

Università degli Studi di Pisa



Dipartimento di Biologia

Corso di Laurea Magistrale in Biologia Marina

**Indagine sulla polichetofauna di ambienti marini profondi
del Mediterraneo Occidentale: considerazioni
tassonomiche, zoogeografiche ed ecologiche**

Relatore:

Prof. A. CASTELLI

Candidato:

G. BUSONI

ANNO ACCADEMICO 2012-2013

Riassunto

Lo scopo di questo lavoro è di analizzare i popolamenti bentonici presenti in ambiente marino profondo nel Mediterraneo; particolare attenzione è stata rivolta alla polichetofauna, ampiamente coinvolta nei processi di riciclo della sostanza organica che si deposita sul fondo, presente a tali batimetrie e alle eventuali modificazioni di tale componente lungo un gradiente batimetrico. I campioni sono stati prelevati tramite un box-corer lungo la scarpata continentale antistante le coste occidentali della Sardegna, in un'area dove si raggiungono profondità superiori ai 3000 m. Si tratta di una zona di particolare importanza per la sua localizzazione al centro del Mediterraneo Occidentale. Il presente studio fa parte di un progetto più ampio volto a esaminare la distribuzione dei popolamenti bentonici presenti in quest'area e nell'area antistante situata di fronte alle Isole Baleari, in un intervallo batimetrico fra 600 e 2400 m. I prelievi sono stati effettuati a sette livelli batimetrici distanziati 300 m l'uno dall'altro; a ciascuna batimetria i campionamenti sono stati effettuati in tre differenti siti; in ciascun sito sono state effettuate tre repliche. Il presente studio si è concentrato sull'analisi della polichetofauna presente alle tre batimetrie più superficiali. Nei campioni presi in esame è stata riscontrata la presenza di un popolamento a policheti diversificato sia a livello tassonomico (circa 300 individui riconducibili a 64 *taxa* appartenenti a 27 distinte famiglie di policheti tipici di fondi molli), che trofico. È stato possibile determinare oltre 40 specie, molte delle quali già precedentemente segnalate in ambienti marini profondi mediterranei (*Exogone lopezi*, *Lumbrineriopsis carpinei*, *Strelzovia abyssalis*); è stata riscontrata inoltre la presenza di specie non ancora segnalate nel Mediterraneo, ma conosciute in ambienti profondi atlantici (*Levinsenia flava*, *Paradoneis mikeli*, *Ceratocephale pacifica*). Alcuni degli esemplari raccolti appartengono probabilmente a specie non ancora descritte e il loro studio sarà approfondito in seguito. Dalle analisi effettuate il popolamento risulta in qualche modo influenzato dalle variazioni batimetriche, anche se è difficile individuare un *trend* ben definito. La polichetofauna esaminata risulta comunque nel complesso relativamente omogenea, almeno nei siti localizzati alla medesima profondità; solo alcune delle specie rinvenute mostrano una differente distribuzione fra le varie batimetrie. Considerazioni simili emergono dall'analisi della struttura trofica del popolamento; i detritivori superficiali rappresentano la componente dominante ad ogni batimetria considerata e i detritivori sub-superficiali e gli onnivori sono comunque presenti e abbondanti ad ogni batimetria. Questo studio ha permesso quindi non solo di ampliare il numero di specie riscontrabili per gli ambienti profondi del Mediterraneo ma anche di approfondire la conoscenza della polichetofauna profonda.

Indice

1. Introduzione.....	3
2. Materiali e metodi.....	7
2.1 Area di studio.....	7
2.2 Procedure di analisi dei campioni prelevati.....	11
2.3 Metodi di analisi.....	12
3. Risultati.....	14
3.1 Granulometria del substrato.....	14
3.2 Considerazioni generali sulla polichetofauna.....	15
3.3 Considerazioni sulle principali famiglie e sulle principali specie rinvenute.....	21
3.4 Analisi dei dati.....	33
4. Discussione e Conclusioni.....	39
5. Bibliografia.....	45
6. Ringraziamenti.....	53

1. Introduzione

Gli ecosistemi marini profondi rappresentano il sistema più ampio presente sulla Terra e comprendono i fondali e la colonna d'acqua situati a batimetrie maggiori dei 200 m, dalla piattaforma continentale alle fosse oceaniche. I fondali al di sotto dei 200 m rappresentano oltre l'85% del totale dei fondali marini; quelli al di sotto dei 3000 m il 50% circa (Snelgrove, 1999). Gli ambienti profondi sono posti al di sotto del termoclino permanente; hanno quindi proprietà chimico-fisiche (salinità, concentrazione di ossigeno etc.) caratterizzate generalmente da una variabilità piuttosto ristretta (Cognetti *et al.*, 2004; Danovaro, 2013). La temperatura e la pressione fanno eccezione, in quanto presentano un gradiente, decrescente e crescente all'aumentare della profondità. Il gradiente di questi due parametri lungo la colonna d'acqua suggerisce il loro coinvolgimento nei processi di colonizzazione ed adattamento di vari *taxa* agli ecosistemi profondi (Brown & Thatje, 2013). Le variazioni di questi parametri, unitamente all'ampia variabilità di habitat (dorsali, fosse oceaniche, canyon, scarpate etc.), favoriscono la presenza di comunità biotiche peculiari e variamente diversificate (Snelgrove, 1999; Danovaro, 2013). L'ambiente marino profondo è caratterizzato infatti da un'elevata biodiversità; la componente bentonica in particolare è in larga parte dominata da consumatori di sostanza organica depositatasi sul fondo a seguito dei processi che interessano la colonna d'acqua sovrastante (Snelgrove, 1999).

La biomassa e la struttura delle comunità bentoniche profonde risultano quindi sottoposte all'influenza di diversi fattori biotici e abiotici che agiscono diversamente su vari gruppi di organismi e contribuiscono allo sviluppo di una diversa strutturazione delle comunità in siti differenti caratterizzati dalle diverse tipologie di habitat suddette o interessati da fenomeni di disturbo come smottamenti della scarpata continentale e influenza di correnti di fondo (Danovaro, 2013). Oltre che su scala spaziale, la variabilità degli ambienti profondi è infatti estremamente elevata anche su scala temporale, essendo caratterizzata da imprevedibilità degli apporti organici al fondo e da forti differenze interannuali; le diverse componenti del benthos (diverse componenti dimensionali e/o diverse componenti tassonomiche) possono rispondere in maniera diversa ai gradienti ambientali caratteristici di questi sistemi (Levin *et al.*, 2001).

Gli ambienti profondi sono essenzialmente dei sistemi eterotrofi con bilancio energetico negativo e il funzionamento delle comunità presenti è legato soprattutto alla disponibilità di sostanza organica proveniente dagli strati superficiali. Al di sotto dei 3000 m la biomassa è dominata dalla componente procariotica microbentonica che può rappresentare oltre il 40%

della biomassa totale (Danovaro, 2013). A questo proposito Danovaro *et al.* (2010) mettono in risalto come tale componente non vari significativamente in seguito all'aumento della profondità, come si verifica invece per le altre componenti dimensionali del benthos profondo che diminuiscono drasticamente con l'aumentare della profondità (e quindi con la riduzione del flusso di POC) (Rex *et al.*, 2006; Ramirez-Llodra *et al.*, 2010).

Negli ambienti bentonici profondi, la diversità a livello specifico risulta particolarmente elevata rispetto alla ridotta abbondanza numerica degli individui presenti; la conoscenza dei popolamenti profondi è tuttavia relativamente scarsa e, ad oggi, una porzione estremamente limitata di tali popolamenti è stata oggetto di studio (Snelgrove, 1999; Danovaro, 2013). La maggior parte degli studi finora svolti sulla fauna bentonica profonda hanno infatti permesso di rilevare la presenza solo di pochi individui per ciascuna delle specie rinvenute (Danovaro, 2013). Per quanto riguarda più in particolare la polichetofauna, oggetto di studio in questa tesi, Danovaro (2013) rileva come, negli ambienti marini profondi, si possano riscontrare fino a 50 specie circa in 150 individui appartenenti a questo gruppo.

Un bacino di estremo interesse per lo studio della biodiversità marina è il Mar Mediterraneo che presenta caratteristiche peculiari sia a batimetrie superficiali che profonde (Costello *et al.*, 2010). Le prime ricerche sui popolamenti dei sistemi profondi sono state effettuate nel Mediterraneo da Forbes nel 1839 mediante una serie di dragaggi dei fondali marini profondi del Mar Egeo (Danovaro, 2013). Il Mediterraneo è un bacino estremamente caratterizzato da un punto di vista idrologico in quanto comunica solo limitatamente con l'Oceano Atlantico e con gli altri bacini adiacenti (sistema sarmatico e Mar Rosso/Oceano Indiano). La sua caratteristica distintiva principale, di particolare interesse in questo contesto, riguarda il profilo termico; la temperatura infatti anche alle massime profondità non scende al di sotto di circa 13°C (Cognetti *et al.*, 2004; Danovaro, 2013). Recentemente Politou *et al.* (2004) hanno addirittura registrato temperature superiori (intorno ai 14°C) a profondità maggiori di 2500 m. Tali valori di temperatura derivano dal fatto che la sella dello Stretto di Gibilterra, poco profonda (situata a circa 300 m di profondità), impedisce l'entrata di acque fredde più profonde e permette l'ingresso dall'Atlantico solo delle acque superficiali che hanno temperature più elevate (Miller *et al.*, 1970; Cognetti *et al.*, 2004; Danovaro, 2013). Nel Mar Mediterraneo sono presenti diversi bacini in cui la profondità scende al di sotto dei 2000-3000 m; nel Mare Ionio si raggiungono profondità superiori ai 5000 m (Hopkins, 1985; Bas, 2002; Sardà *et al.*, 2004, 2009).

Il Mediterraneo Occidentale ed in particolare l'area situata tra le Baleari e il sistema sardo-corso costituisce una zona di particolare rilievo sia da un punto di vista ecologico, in relazione

ai fenomeni di up e down-welling che avvengono in quest'area (influenzata strettamente dal Golfo del Leone e dalla circolazione meridionale) (Cognetti *et al.*, 2004; Labrune *et al.*, 2007; Danovaro, 2013), sia dal punto di vista biogeografico (a causa anche della sua relativa vicinanza allo Stretto di Gibilterra). Uno scopo del presente studio è quello di contribuire alla conoscenza della macrofauna bentonica profonda del Mar Mediterraneo attraverso l'analisi diretta dei popolamenti presenti in quest'area e attraverso un confronto con quelli presenti in altri bacini profondi del Mediterraneo stesso. I dati raccolti in questa ricerca, insieme a quelli raccolti in una precedente indagine sulla Scarpata Maltese (Busoni, 2011) possono infatti rappresentare una base per lo studio della polichetofauna profonda del Mediterraneo e della sua distribuzione, in relazione alle variazioni dei parametri ambientali che si riscontrano negli ambienti marini profondi ed anche in relazione alla biogeografia del Mediterraneo stesso, tenendo in considerazione i diversi bacini in cui può essere suddiviso.

Da un punto di vista sia tassonomico che di strategie trofico-ecologiche, i policheti rappresentano una delle componenti più ampie e diversificate della macrofauna marina profonda e in questo contesto ci si riferirà principalmente a questo gruppo. D'altro canto si tratta di un gruppo tassonomico di rilievo a qualsiasi batimetria e in diversi sistemi bentonici nella fascia costiera i policheti rappresentano il gruppo prevalente per abbondanza, diversità e biomassa, andando a costituire oltre il 50% del popolamento bentonico presente (Gambi *et al.*, 1982; Abbiati *et al.*, 1987; Danovaro, 2013). I policheti, risultano inoltre ampiamente coinvolti nei processi di trasformazione della sostanza organica e nei fenomeni connessi al riciclo dei nutrienti e alla bioturbazione (Flach *et al.*, 2002; Gremare *et al.*, 2003). Lo studio della loro presenza e della distribuzione di gruppi trofico-ecologici con diverse caratteristiche funzionali (ad es. detritivori superficiali o subsuperficiali – affossatori con consistenti capacità di bioturbazione del sedimento mediante sinking e/o trasporto in superficie della sostanza organica), confrontato ed integrato anche con quello delle altre componenti bentoniche, può contribuire ad interpretare le complesse modalità di trasformazione della sostanza organica a tali livelli, estremamente importanti per il sistema marino nel suo complesso. Lo studio dei policheti, in parallelo a quello degli altri gruppi della macrofauna e delle altre componenti dimensionali del benthos profondo assume quindi un notevole rilievo per comprendere adeguatamente lo sviluppo del flusso di energia negli ecosistemi profondi e l'importanza relativa delle diverse componenti dimensionali (Richardson & Young, 1987).

Questa tesi si propone di analizzare la componente a policheti presente nei campioni raccolti nell'area antistante la costa occidentale della Sardegna, in ambiente profondi; particolare attenzione sarà dedicata a considerazioni sulla tassonomia, sulla biogeografia, sulla

distribuzione delle specie e delle famiglie raccolte e al loro ruolo ecologico nell'ambiente marino, per valutarne il legame e/o l'adattamento con gli ecosistemi profondi e la loro distribuzione. Viste le informazioni attualmente disponibili sulla biodiversità degli ambienti profondi del Mediterraneo, un fine di questo lavoro è anche quello di mettere a punto una check-list affidabile e il più possibile aggiornata della polichetofauna che li caratterizza, basandosi sui dati raccolti in questo studio, in studi precedenti descritti nella tesi di laurea di I livello (Busoni, 2011) e sulla bibliografia disponibile.

2. Materiali e metodi

2.1. Area di studio

L'area di studio è situata nel Mediterraneo Occidentale nel tratto di mare presente tra la Sardegna e le Isole Baleari, in cui il fondale scende a profondità superiori ai 3000 m (Fig. 2.1.1). I dati presentati in questo lavoro fanno parte di un ampio progetto volto a studiare la distribuzione della fauna bentonica a diverse scale spaziali lungo i gradienti di profondità che si riscontrano tra la Sardegna, le Baleari e la piana abissale da entrambe le parti. In questo progetto di studio, coordinato da ricercatori dell'ISMAR-CNR di La Spezia, sono stati prelevati campioni di substrato per lo studio dei popolamenti bentonici e delle caratteristiche del substrato stesse a sette profondità, da ciascuno dei due versanti. Le stazioni sono state fissate a batimetrie separate da 300 m ciascuna, a partire da circa 600 m di profondità fino a circa 2400 m (Tab. 2.1.1). Questo primo contributo allo studio della polichetofauna profonda presente nell'area di studio e alla sua distribuzione, prende in considerazione le tre batimetrie più superficiali del versante sardo (davanti alla Baia di Alghero) situate rispettivamente a 600, 900 e 1200 m.

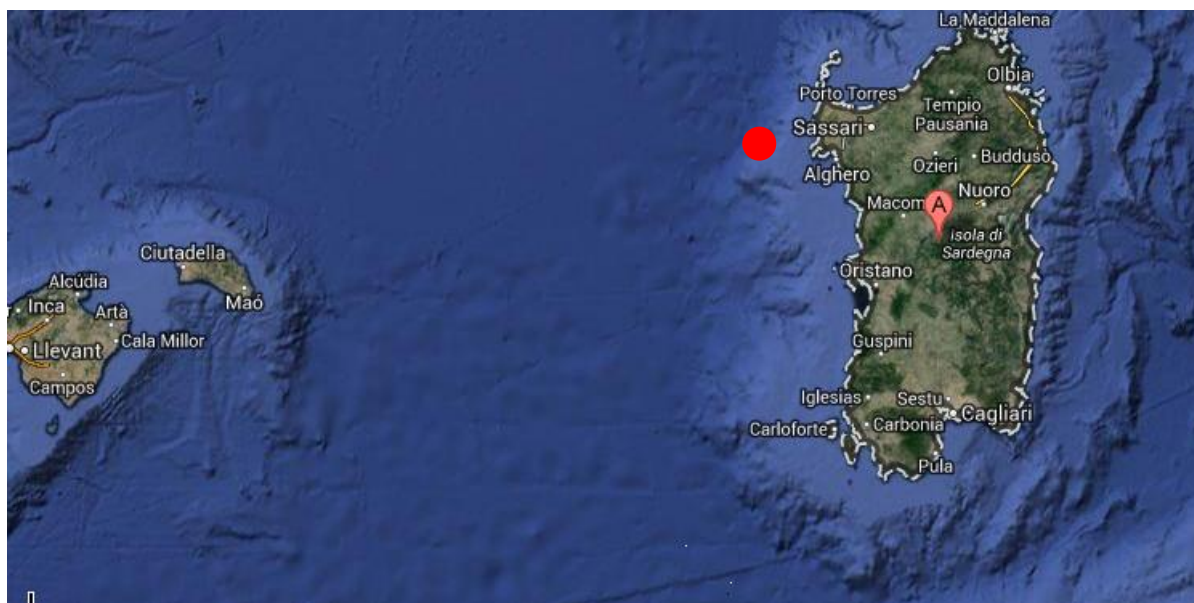


Fig. 2.1.1. Area di studio.

Tab. 2.1.1. Stazioni di campionamento; in grassetto sono evidenziate le stazioni analizzate in questo lavoro.

STAZIONE	DATA	ORA	LAT. °N	LONG. °E	PROF. (m)
600 AR1	16/10/2009	12.04	40°31.136'	07°47.026'	598
600 AR2	16/10/2009	13.01	40°31.133'	07°47.034'	608
600 AR3	16/10/2009	13.25	40°31.135'	07°47.028'	606
600 BR1	16/10/2009	13.49	40°31.257'	07°46.868'	580
600 BR2	16/10/2009	14.10	40°31.259'	07°46.870'	590
600 BR3	16/10/2009	14.50	40°31.252'	07°46.868'	580
600 CR1	16/10/2009	16.06	40°31.776'	07°46.316'	618
600 CR2	16/10/2009	16.48	40°31.772'	07°46.312'	625
600 CR3	16/10/2009	17.10	40°31.775'	07°46.321'	620
900 AR1	16/10/2009	18.06	40°32.068'	07°42.865'	888
900 AR2	18/10/2009	11.19	40°32.058'	07°42.878'	922
900 AR3	18/10/2009	14.41	40°32.110'	07°42.874'	916
900 BR1	18/10/2009	15.26	40°32.470'	07°43.182'	904
900 BR2	18/10/2009	16.09	40°32.471'	07°43.193'	904
900 BR3	18/10/2009	17.42	40°32.428'	07°43.239'	850
900 CR1	18/10/2009	18.27	40°32.494'	07°43.216'	870
900 CR2	18/10/2009	19.03	40°32.502'	07°43.215'	882
900 CR3	18/10/2009	20.31	40°32.505'	07°43.222'	892
1200 AR1	19/10/2009	7.22	40°32.317'	07°41.612'	1178
1200 AR2	19/10/2009	8.11	40°32.311'	07°41.612'	1278
1200 AR3	19/10/2009	9.45	40°32.310'	07°41.594'	1276
1200 BR1	19/10/2009	10.36	40°32.701'	07°41.880'	1382
1200 BR2	19/10/2009	11.26	40°32.696'	07°41.882'	1381
1200 BR3	19/10/2009	14.53	40°32.700'	07°41.870'	1340
1200 CR1	19/10/2009	16.47	40°32.774'	07°41.916'	1370
1200 CR2	19/10/2009	18.28	40°32.777'	07°41.925'	1380
1200 CR3	19/10/2009	19.38	40°32.775'	07°41.924'	1374
1500 AR1	20/10/2009	15.52	40°32.449'	07°41.008'	1490
1500 AR2	20/10/2009	16.29	40°32.449'	07°41.009'	1598
1500 AR3	20/10/2009	17.44	40°32.451'	07°41.008'	1500
1500 BR1	20/10/2009	18.23	40°32.761'	07°41.018'	1528
1500 BR2	20/10/2009	19.41	40°32.763'	07°41.015'	1510
1500 BR3	20/10/2009	21.01	40°32.763'	07°41.013'	1553
1500 CR1	25/10/2009	8.39	40°32.972'	07°41.029'	1516
1500 CR2	25/10/2009	9.26	40°32.981'	07°41.019'	1530
1500 CR3	25/10/2009	11.51	40°32.979'	07°41.023'	1536
1800 AR1	25/10/2009	20.16	40°32.654'	07°40.128'	1900
1800 AR2	25/10/2009	21.08	40°32.658'	07°40.124'	1908
1800 AR3	25/10/2009	22.00	40°32.656'	07°40.121'	1900
1800 BR1	25/10/2009	16.27	40°32.844'	07°40.376'	1840
1800 BR2	25/10/2009	17.16	40°32.847'	07°40.382'	1850
1800 BR3	25/10/2009	18.30	40°32.845'	07°40.377'	1858
1800 CR1	25/10/2009	12.47	40°33.055'	07°40.560'	2014
1800 CR2	25/10/2009	13.45	40°33.055'	07°40.559'	2014
1800 CR3	25/10/2009	14.41	40°33.056'	07°40.562'	2094

2100 AR1	19/10/2009	22.54	40°32.760'	07°39.574'	2238
2100 AR2	19/10/2009	23.46	40°32.758'	07°39.568'	2240
2100 AR3	20/10/2009	7.10	40°32.764'	07°39.561'	2232
2100 BR1	20/10/2009	8.00	40°33.277'	07°39.458'	2310
2100 BR2	20/10/2009	8.48	40°33.275'	07°39.456'	2318
2100 BR3	20/10/2009	10.25	40°33.287'	07°39.472'	2310
2100 CR1	20/10/2009	12.14	40°33.314'	07°39.314'	2320
2100 CR2	20/10/2009	13.05	40°33.318'	07°39.478'	2318
2100 CR3	20/10/2009	14.55	40°33.310'	07°39.472'	2334
2400 AR1	26/10/2009	10.19	40°32.983'	07°38.557'	2454
2400 AR2	26/10/2009	11.09	40°32.991'	07°38.569'	2456
2400 AR3	26/10/2009	13.02	40°32.990'	07°38.570'	2460
2400 BR1	26/10/2009	14.02	40°33.302'	07°38.669'	2430
2400 BR2	26/10/2009	14.54	40°33.349'	07°38.692'	2458
2400 BR3	26/10/2009	14.56	40°33.339'	07°38.703'	2457
2400 CR1	26/10/2009	17.41	40°33.458'	07°38.750'	2460
2400 CR2	26/10/2009	21.54	40°33.744'	07°38.441'	2439
2400 CR3	26/10/2009	8.01	40°33.452'	07°38.732'	2420

Allo scopo di analizzare la distribuzione dei popolamenti (e in questo caso della polichetofauna) a diverse scale spaziali, per ogni batimetria sono stati individuati casualmente tre siti di campionamento (indicati con A, B e C), posti a una distanza l'uno dall'altro variabile tra 80 m (Siti B e C alla profondità di 900 m) e 1250 m (Siti B e C alla profondità di 600 m) (Tab. 2.1.2) (Fig. 2.1.2 – 2.1.5); per ciascun sito sono state prelevate tre repliche (R1, R2 e R3) a distanza inferiore a 50 m, tramite un box-corer cilindrico con un diametro di 30 cm e quindi un'area di presa di 706,7 cm² (Fig. 2.1.6).

Tab. 2.1.2. Distanze tra i siti alla stessa profondità.

600 A-B: 322 m	600 B-C: 1256 m	600 A-C: 1537 m
900 A-B: 815 m	900 B-C: 81 m	900 A-C: 927 m
1200 A-B: 794 m	1200 B-C: 155 m	1200 A-C: 1013 m



Fig. 2.1.2. Localizzazione delle stazioni lungo la scarpata.

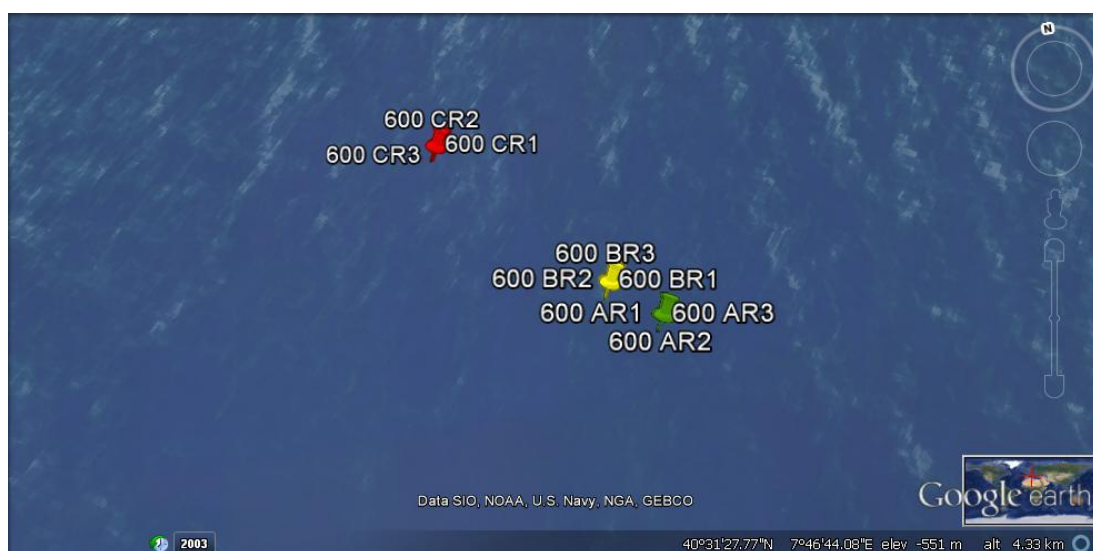


Fig. 2.1.3. Localizzazione delle stazioni alla profondità di 600 m.

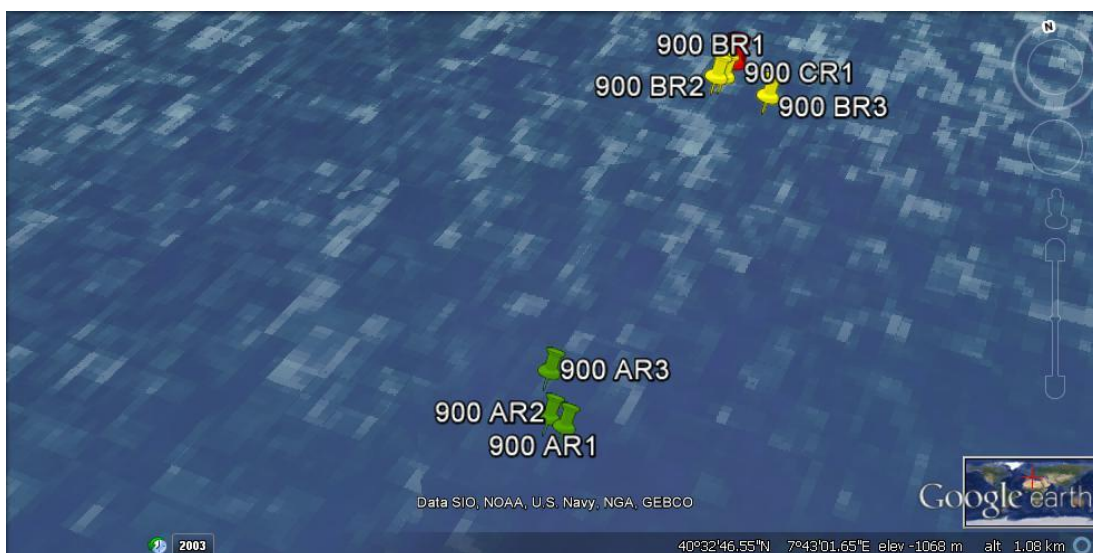


Fig. 2.1.4. Localizzazione delle stazioni alla profondità di 900 m.

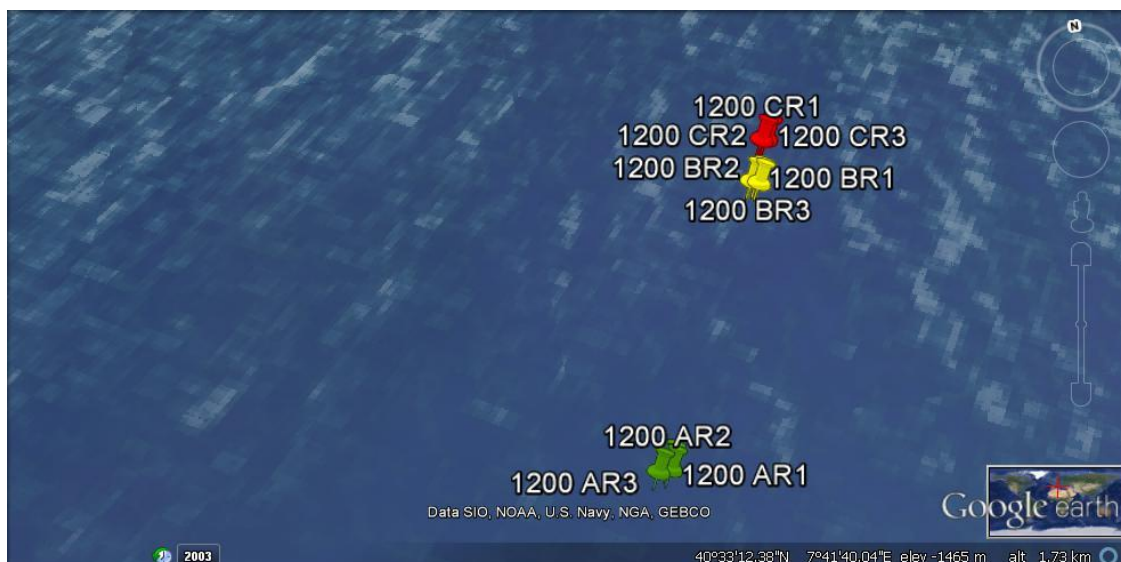


Fig. 2.1.5. Localizzazione delle stazioni alla profondità di 1200 m.



Fig. 2.1.6. Box-corer utilizzato per il campionamento.

2.2. Procedure di analisi dei campioni prelevati

Ogni campione è stato sottoposto ad analisi granulometrica tramite setacciatura meccanica della frazione grossolana, cioè sabbia ($\geq 63 \mu\text{m}$) e analisi della frazione fine o “pelitica” ($<63 \mu\text{m}$), composta da “silt” o limo ($3.9 - 63 \mu\text{m}$) e argilla ($< 3.9 \mu\text{m}$), tramite strumentazione specifica. In un secondo tempo è stato effettuato lo smistamento, mediante uno microscopio da dissezione, per separare i diversi gruppi tassonomici presenti nei campioni. Queste operazioni sono state svolte dal gruppo di ricerca dell’ISMAR-CNR che ha fornito i campioni

smistati di policheti presenti nelle diverse repliche. I policheti presenti sono stati analizzati al microscopio da dissezione e al microscopio da citologia cercando di identificarli al più basso livello tassonomico possibile. La determinazione è stata effettuata utilizzando testi generali sui policheti del Mediterraneo (Fauvel, 1923, 1927) e monografie specifiche su alcune famiglie che hanno permesso di identificare le principali specie raccolte. Ci si è basati in particolare su Laubier *et al.* (1973) per gli Longosomatidae; Licher (1999), San Martin (2003) per i Syllidae; Weiss & Fauchald (1989), Badalamenti & Castelli (1991, 1993), per gli Orbiniidae; Strelzov (1973), Laubier & Ramos (1974), Katzmann & Laubier (1975), Castelli (1985, 1987), Aguirrezabalaga & Gil (2009), Çınar *et al.* (2011) per i Paraonidae; Böggemann (2002), Böggemann *et al.* (2012) per i Glyceridae; Ramos (1976) per i Lumbrineridae; Katzmann (1973) per gli Opheliidae; Viéitez *et al.* (2005) per i Nereididae; Laubier & Katzmann (1974) per i Fauveliopsidae; Gravina & Somaschini (1990) per i Capitellidae; l'aggiornamento della nomenclatura è stato effettuato basandosi su quanto riportato nella checklist dei policheti dei mari italiani (Castelli *et al.*, 2008).

Allo scopo di mettere in relazione le diverse specie identificate con l'ambiente marino profondo sono state fatte anche considerazioni sulle loro esigenze trofico-ecologiche basandoci sull'analisi della letteratura specifica (Fauchald & Jumars 1979, Gambi & Giangrande 1985, Bremner *et al.*, 2003). Il popolamento è stato suddiviso in cinque gruppi trofico-ecologici: detritivori di superficie, detritivori di profondità, filtratori, onnivori e predatori. I detritivori di superficie utilizzano il materiale particolato che si deposita sulla superficie del fondale; i detritivori di profondità (o sub-superficiali) scavano nel substrato, si alimentano del materiale particolato disponibile nei primi strati del sedimento e anche in quelli relativamente più profondi; i filtratori invece utilizzano le particelle alimentari in sospensione; gli onnivori utilizzano più di una delle opzioni sopra descritte o si nutrono di necromassa; i predatori catturano attivamente le prede che utilizzano per la loro alimentazione. I detritivori sub-superficiali e gli onnivori contribuiscono significativamente alle attività di bioturbazione particolarmente importanti per il riciclo della sostanza organica.

2.3. Metodi di analisi

Allo scopo di stabilire l'esistenza o meno di significative variazioni del popolamento a policheti rinvenuto, sono stati calcolati i principali parametri strutturali. La diversità specifica è stata calcolata mediante l'indice di Shannon, parallelamente sono stati calcolati anche un indice di ricchezza specifica e un indice di equitabilità (Begon *et al.*, 1989). Per ognuno di

questi parametri è stata poi effettuata l'analisi della varianza (ANOVA) (Fisher, 1966), attraverso il software R per l'analisi statistica dei dati. L'analisi si basa sull'ipotesi nulla che i dati di tutti i gruppi abbiano la stessa origine, ovvero la stessa distribuzione stocastica, e che le differenze osservate tra i gruppi siano dovute solo al caso; per verificare la validità o meno di tale ipotesi ci si riferisce al cosiddetto test F (Daniel, 2005). L'ipotesi nulla (H_0) deve essere rifiutata se il rapporto di varianze tra gruppi e all'interno dei gruppi risulta uguale o maggiore del valore critico di F ($Pr > (F)$ inferiore a 0,005) mentre, se minore non si rifiuta ($Pr > (F)$ maggiore o uguale a 0,005); l'F critico si ottiene dalla tabella G in corrispondenza dei gradi di libertà del numeratore e del denominatore (Daniel, 2005). I risultati ottenuti da questa analisi vengono riassunti nella cosiddetta tabella della varianza; nel presente studio il fattore profondità è stato considerato come fisso; sito e replica come dei fattori random.

I dati di abbondanza delle specie (e dei gruppi trofico-ecologici) relativi alle stazioni prese in esame sono stati utilizzati per ottenere una matrice di similarità di Bray Curtis, basata sul confronto a coppie dei campioni. A livello di questa matrice si possono trasformare i dati applicando diverse funzioni (radice quadrata, radice quarta, logaritmo e assenza-presenza), a seconda di quanto i dati stessi risultano variabili (Cannicci, 2007). In questo caso alla matrice di similarità è stata applicata l'analisi di ordinamento non parametrico del multidimensional scaling (MDS) (Kruskal & Wish, 1978). Tale metodo consente di creare una mappa dei campioni, in uno spazio con un numero definito di dimensioni, in modo che la distanza tra ogni coppia di punti nel grafico rispetti il più possibile i valori dell'indice di similarità e quindi la somiglianza tra i campioni. La rappresentazione grafica si realizza ponendo, mediante algoritmo, i campioni nello spazio (bi- o tridimensionale) in modo casuale successivamente la posizione dei punti è ridefinita per ottenere una rappresentazione che meglio rispetti i valori di similarità. L'accordo tra distanza dei punti nel grafico ed il reale valore di similarità dei campioni è espresso dal coefficiente di stress, che tende a 0 in caso di massimo accordo (Clarke, 1993). La rappresentazione grafica viene considerata attendibile per valori del coefficiente di stress inferiori a 0,2. Quanto osservato nell'MDS è stato testato mediante la *permutational multivariate analysis of variance* (PERMANOVA) (Anderson, 2001). La PERMANOVA rappresenta un programma di computer usato per testare la risposta simultanea di una o più variabili di uno o più fattori in un disegno sperimentale ANOVA sulla base di qualsiasi misura di distanza, utilizzando metodi di permutazione (Anderson, 2005).

3. Risultati

3.1. Granulometria del substrato

Tutti i campioni presi in esame, in base alle analisi granulometriche effettuate dal CNR-ISMAR di La Spezia, sono caratterizzati da una percentuale di limo superiore al 50%, una percentuale di argilla superiore al 20% ed una percentuale massima di sabbia del 10%. La Tab. 3.1.1 mostra una sintesi dei risultati ottenuti in alcune delle stazioni. Da essa si può notare nel complesso un generale incremento della percentuale della componente granulometrica più fine, l'argilla, dai campioni di scarpata a quelli più profondi di piana batiale. Alle batimetrie interessate dal presente lavoro, la granulometria appare comunque abbastanza costante.

Rappresentando i dati granulometrici secondo il diagramma ternario di Shepard (1954), tutti i campioni ricadono nella definizione di "Limo argilloso" (Fig. 3.1.1).

Tab. 3.1.1. Sintesi dei risultati. Diametro medio secondo Folk & Ward (1957).

Sigla	% Sabbia	% Limo	% Argilla	Diam medio (µm)
STA600	4.6	71.1	20.2	8.61
STA900	6.9	60.4	26.9	7.32
STA1200	6.6	55.4	31.2	6.08
STA1500	7.6	56.0	30.1	6.39
STA1800	9.0	55.2	29.5	6.98
STA2100	6.6	55.3	31.6	5.95
STA2400	1.5	50.8	38.2	3.95
STB900	7.5	61.1	26.1	7.76
STB1200	9.8	56.9	27.4	8.09
STB1800	5.7	52.1	34.9	5.30
STC900	4.8	59.2	29.6	6.23
STC1200	2.6	55.5	34.5	4.85
STC1500	3.2	58.1	31.8	5.40
STC2100	4.2	56.4	32.3	5.41
STC2400	6.7	57.4	29.5	6.35

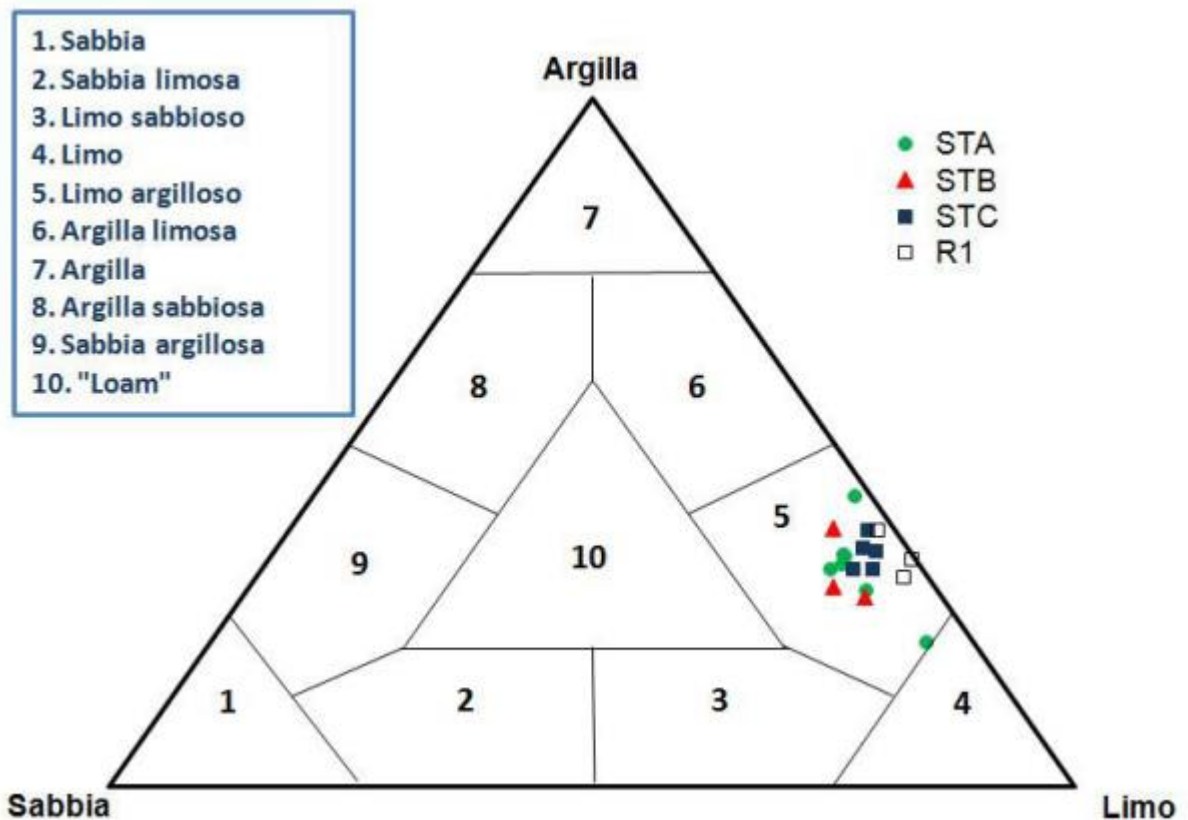


Fig. 3.1.1. Diagramma di Shepard (1954). Classificazione dei campioni di sedimento.

3.2. Considerazioni generali sulla polichetofauna

Nei campioni presi in esame è stata riscontrata la presenza di 64 *taxa* e di 27 famiglie di policheti tipici di fondi molli profondi (Tab. 3.2.1), oltre 40 dei quali identificati a livello di specie.

Tab. 3.2.1. Lista dei taxa rinvenuti.

Famiglia Capitellidae

Notomastus latericeus M. Sars, 1851

Pseudoleiocapitella fauveli Harmelin, 1964

Capitellidae n.d.

Famiglia Maldanidae

Euclymene sp.

Maldanidae n.d.

Famiglia Cossuridae

Cossura soyeri Laubier, 1962

Famiglia Opheliidae

Ophelina abranchiata Støp-Bowitz, 1948

Tachytrypane jeffreysii Mc Intosh, 1879

Famiglia Orbiniidae

Leodamas sp.

Naineris laevigata (Grube, 1855)

Schroederella laubieri Badalamenti & Castelli, 1990

Scolopella capensis Day, 1963

Scoloplos armiger (O.F. Müller, 1776)

Scoloplos sp.

Famiglia Paraonidae

Aricidea sp.

Levinsenia flava (Strelzov, 1973)

Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)

Levinsenia oculata (Hartman, 1957)

Levinsenia sp.

Paradoneis mikeli (Aguirrezabalaga & Gil, 2009)

Strelzovia abyssalis (Laubier & Ramos, 1974)

Strelzovia mariannae (Katzmann & Laubier, 1975)

Famiglia Cirratulidae

Aphelochaeta marioni (Saint-Joseph, 1894)

Chaetozona gibber Woodham & Chambers, 1994

Dodecaceria concharum Örsted, 1843

Monticellina dorsobranchialis (Kirkegaard, 1959)

Cirratulidae n.d.

Famiglia Pholoidae

Pholoides dorsipapillata (Marenzeller, 1893)

Famiglia Polynoidae

Polynoidae n.d.

Famiglia Nereididae

Ceratocephale pacifica (Hartman, 1960)

Famiglia Pilargidae

Pseudexogone sp.

Famiglia Syllidae

Exogone (Exogone) lopezi San Martin, Ceberio & Aguirrezabalaga, 1996

Exogone (Parexogone) campoyi San Martin, Ceberio & Aguirrezabalaga, 1996

Exogone (Parexogone) sp.

Prosphaerosyllis cfr *xarifae* (Hartman-Schröder, 1960)

Syllis caeca (Katzmann, 1973)

Exogoninae n.d.

Famiglia Glyceridae

Glycera oxycephala Ehlers, 1887

Glycera sp.

Glycera tessellata Grube, 1863

Famiglia Dorvilleidae

Meiodorvillea cfr *minuta* (Hartman, 1965)

Schistomeringos neglecta (Fauvel, 1923)

Schistomeringos sp.

Famiglia Lumbrineridae

Lumbrineriopsis carpinei (Ramos, 1976)
Lumbrineris latreilli Audouin & Milne-Edwards, 1834

Famiglia Oeononidae

Arabella sp.

Famiglia Onuphidae

Nothria conchylega (M. Sars, 1835)

Famiglia Sabellidae

Laonome sp.

Perkinsiana sp.

Sabellidae n.d.

Famiglia Serpulidae

Filogranula stellata (Southward, 1963)

Famiglia Acrocirridae

Macrochaeta clavicornis (M. Sars, 1835)

Famiglia Ampharetidae

Amage gallasi Marion, 1875

Famiglia Fauveliopsidae

Fauveliopsis fauchaldi Katzmann & Laubier, 1974

Fauveliopsis sp.

Famiglia Spionidae

Aonides paucibranchiata Southern, 1914

Dispio sp.

Prionospio sp.

Spiophanes kroyeri reyssi Laubier, 1961

Spionidae n.d.

Famiglia Poecilochaetidae

Poecilochaetus fauchaldi Pilato & Cantone, 1976

Famiglia Longosomatidae

Heterospio reducta Laubier, Picard & Ramos, 1973

Famiglia Chaetopteridae

Phyllochaetopterus sp.

Famiglia Magelonidae

Magelona minuta Eliason, 1962

È stata riscontrata la presenza di specie euribate comunemente segnalate nel Mediterraneo come il capitellide *Notomastus latericeus* Sars, 1851 (Gravina & Somaschini, 1990), di specie tipiche di ambiente marino profondo come il paraonide *Strelzovia abyssalis* (Laubier & Ramos, 1974) e di specie di particolare interesse biogeografico, segnalate per la prima volta nei mari italiani o nell'intero Mediterraneo nel presente studio come *Paradoneis mikeli* Aguirrezabalaga & Gil, 2009, paraonide segnalato unicamente nel Golfo di Biscaglia in ambiente profondo (Aguirrezabalaga & Gil, 2009). Fra le famiglie dominanti, sia come numero di specie che di individui, si possono mettere in evidenza le seguenti: Syllidae, Orbiniidae, Cirratulidae e Paraonidae (Tab. 3.2.2).

Tab. 3.2.2. Abbondanza delle specie rinvenute alle tre batimetrie considerate.

SPECIE	A			600 B			C		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<i>Amage gallasi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arabella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Capitellidae n.d.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Chaetozone gibber</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Ceratocephale pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cirratulidae n.d.	0	0	0	1	4	0	0	0	0
<i>Cossura soyeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dispia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dodecaceria concharum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Euclymene</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Exogone (Exogone) lopezi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Exogone (Parexogone) campoyi</i>	0	0	0	0	2	0	1	1	0
<i>Exogone (Parexogone)</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Exogoninae n.d.	0	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Fauveliopsis fauchaldi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fauveliopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Filogranula stellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera oxycephala</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Glycera tessellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterospio reducta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laonome</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leodamas</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	2	0
<i>Levinsenia flava</i>	0	4	0	0	0	0	0	1	0
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	3	3	0	0	0	2	0	0
<i>Levinsenia oculata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineriopsis carpinei</i>	0	2	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Maldanidae n.d.	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Meiodorvillea</i> cfr <i>minuta</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Naineris laevigata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Nothria conchylega</i>	0	0	0	2	2	0	0	3	0
<i>Notomastus latericeus</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ophelina abranchiata</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradoneis mikeli</i>	0	1	0	1	3	1	1	3	0
<i>Perkinsiana</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pholoides dorsipapillata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phyllochaetopterus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilochaetus fauchaldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polynoidae n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prosphaerosyllis</i> cfr <i>xarifae</i>	0	0	0	0	1	0	2	0	0
<i>Pseudexogone</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabellidae n.d.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Schistomeringos neglecta</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Schistomeringos</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Schroederella laubieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scolopella capensis</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Spionidae n.d.	0	1	0	0	0	0	0	1	0
<i>Spiophanes kroyeri reysii</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Strelzovia abyssalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strelzovia mariannae</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Syllis caeca</i>	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Tachytrypa jeffreysii</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Tab. 3.2.2. Abbondanza delle specie rinvenute alle tre batimetrie considerate (cont.).

SPECIE	900								
	A			B			C		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<i>Amage gallasi</i>	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Arabella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Capitellidae</i> n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone gibber</i>	3	2	0	1	2	0	2	0	0
<i>Ceratocephale pacifica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cirratulidae</i> n.d.	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Cossura soyeri</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Dispia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dodecaceria concharum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euclymene</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Exogone (Exogone) lopezi</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	0
<i>Exogone (Parexogone) campoyi</i>	3	1	0	0	1	0	1	2	0
<i>Exogone (Parexogone) sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Exogoninae</i> n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fauveliopsis fauchaldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fauveliopsis</i> sp.	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Filigranula stellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera oxycephala</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera tessellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Heterospio reducta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Laonome</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leodamas</i> sp.	0	0	0	0	1	0	3	0	0
<i>Levinsenia flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia oculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineriopsis carpinei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Maldanidae</i> n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Meiodorvillea</i> cfr <i>minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Naineris laevigata</i>	2	0	0	1	3	0	1	1	0
<i>Nothria conchylega</i>	1	2	1	2	0	1	1	0	0
<i>Notomastus latericeus</i>	1	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Ophelina abranchiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradoneis mikeli</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0
<i>Perkinsiana</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pholoides dorsipapillata</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Phyllochaetopterus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Poecilochaetus fauchaldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Polynoidae</i> n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prosphaerosyllis</i> cfr <i>xarifae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudexogone</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sabellidae</i> n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schistomeringos neglecta</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0
<i>Schistomeringos</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schroederella laubieri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scolopella capensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Spionidae</i> n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiophanes kroyeri reysii</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	0
<i>Strelzovia abyssalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strelzovia mariannae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Syllis caeca</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Tachytrypae jeffreysii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 3.2.2. Abbondanza delle specie rinvenute alle tre batimetrie considerate (cont.).

SPECIE	1200								
	A			B			C		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
<i>Amage gallasi</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arabella</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Aricidea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capitellidae n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone gibber</i>	3	1	1	1	2	0	5	0	0
<i>Ceratocephale pacifica</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Cirratulidae n.d.	1	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Cossura soyeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dispio</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dodecaceria concharum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Euclymene</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Exogone (Exogone) lopezi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Exogone (Parexogone) campoyi</i>	3	0	0	2	1	0	0	2	0
<i>Exogone (Parexogone) sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Exogoninae n.d.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Fauveliopsis fauchaldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fauveliopsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Filigranula stellata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera oxycephala</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycera tessellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterospio reducta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laonome</i> sp.	1	0	0	3	2	0	0	1	0
<i>Leodamas</i> sp.	0	1	0	0	2	0	1	0	0
<i>Levinsenia flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia oculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Levinsenia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineriopsis carpinei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Magelona minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maldanidae n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Meiodorvillea</i> cfr <i>minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	0	0	0	0	9	0	3	0	0
<i>Naineris laevigata</i>	2	0	0	0	0	0	2	3	0
<i>Nothria conchylega</i>	4	2	0	2	0	1	0	1	1
<i>Notomastus latericeus</i>	2	1	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ophelina abranchiata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paradoneis mikeli</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Perkinsiana</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pholoides dorsipapillata</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Phyllochaetopterus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poecilochaetus fauchaldi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polynoidae n.d.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Prosphaerosyllis</i> cfr <i>xarifae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudexogone</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Sabellidae n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schistomeringos neglecta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schistomeringos</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Schroederella laubieri</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Scolopella capensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Scoloplos</i> sp.	2	0	0	0	0	0	1	0	0
Spionidae n.d.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spiophanes kroyeri reysii</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Strelzovia abyssalis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Strelzovia mariannae</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Syllis caeca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tachytrypa jeffreysii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

La quasi totalità delle specie raccolte utilizza come fonte di nutrimento la sostanza organica presente al livello del substrato. Esse possono comunque essere suddivise nelle diverse categorie citate nel capitolo precedente: detritivori superficiali, come Paraonidae e Spionidae; detritivori subsuperficiali, come Capitellidae e Orbiniidae; onnivori, come Lumbrineridae e Syllidae; filtratori, come Serpulidae e Chaetopteridae; predatori, come Pholoidae. Il popolamento è caratterizzato nella quasi totalità da detritivori superficiali o subsuperficiali e da onnivori, grazie soprattutto alla abbondanza di paraonidi, orbinidi e sillidi (Tab.3.2.3).

Tab. 3.2.3. Abbondanza dei gruppi trofico-ecologici rinvenuti.

GRUPPI TROFICI	600				900				1200			
	A	B	C	TOT. 600	A	B	C	TOT. 900	A	B	C	TOT. 1200
DETRITIVORI SUPERFICIALI	19	10	20	49	12	11	10	33	11	19	9	39
DETRITIVORI SUBSUPERFICIALI	12	3	8	23	9	8	7	24	9	5	8	22
ONNIVORI	7	14	11	32	10	6	14	30	13	9	8	30
PREDATORI	0	0	0	0	1	1	0	2	1	0	1	2
FILTRATORI	0	0	1	1	0	0	1	1	2	6	1	9
TOTALI	38	27	40	105	32	26	32	90	36	39	27	102

3.3. Considerazioni sulle principali famiglie e sulle principali specie rinvenute

Capitellidae:

Notomastus latericeus Sars, 1851

Materiale esaminato: 600 AR1: 4 ind., 600 AR2: 4 ind., 900 AR1: 1 ind., 900 AR2: 1 ind., 900 BR2: 1 ind., 900 CR1: 1 ind., 1200 AR1: 2 ind., 1200 AR2: 1 ind., 1200 BR2: 1 ind.

La descrizione corrisponde a quanto riportato da Fauvel (1927). *N. latericeus* è una specie a

larga ripartizione batimetrica e geografica comune anche sui fondi molli superficiali caratterizzati da arricchimento in sostanza organica (Gravina & Somaschini, 1990); è stata ritrovata in ambiente profondo nella Scarpata Maltese (Busoni, 2011). Il suo ritrovamento a tutte le profondità campionate nel presente studio conferma l'euriptia di questa specie.

Opheliidae:

Ophelina abranchiata Støp-Bowitz, 1948

Materiale esaminato: 600 AR2: 4 ind.

La descrizione corrisponde con quanto riportato da Katzmann (1973) per esemplari raccolti a una profondità di circa 450 m nei fondi sedimentari dell'Adriatico centrale. Anche se la profondità non risulta significativamente superiore rispetto alla precedente segnalazione, il ritrovamento di questa specie nel Mediterraneo Occidentale amplia la sua distribuzione nei mari italiani.

Orbinidae:

Nei campioni esaminati è stata riscontrata la presenza di cinque generi appartenenti alla famiglia Orbinidae. I generi *Naineris* Blainville, 1828, *Scoloplos* Blainville, 1828 e *Leodamas* Kinberg, 1866, sono inclusi nella sottofamiglia Orbiniinae mentre, i generi *Schroederella* Laubier, 1962 e *Scoloplella* Day, 1963 nella sottofamiglia Protoariciinae; le due sottofamiglie si distinguono dalla presenza di uno (Orbiniinae) o due (Protoariciinae) segmenti acheri dopo il prostomio (Badalamenti & Castelli, 1993). La determinazione delle specie presenti si è basata principalmente sulla chiave per il riconoscimento degli Orbinidae dei mari italiani di Badalamenti & Castelli (1993), tramite la quale è stato possibile ricondurre gli organismi rinvenuti a specie già segnalate nei mari italiani, tranne nel caso delle specie dei generi *Scoloplella* e *Leodamas*. Gli organismi esaminati sono spesso forme giovanili di ridotte dimensioni e pertanto non è stato possibile identificare chiaramente la specie a cui appartengono.

Schroederella laubieri Badalamenti & Castelli, 1991

Materiale esaminato: 1200 CR1: 1 ind.

La morfologia è corrispondente alla descrizione di Badalamenti & Castelli (1991). Specie presente a basse profondità (Sicilia Nord Occidentale, Isola d'Elba, Mar Ligure) su sabbie fini

e grossolane (Badalamenti & Castelli, 1993). Il ritrovamento nell'area di studio alla profondità di 1200 m risulta quindi decisamente interessante. Il prostomio, lungo e appuntito, porta due grandi occhi localizzati alla base dello stesso in posizione latero-dorsale; appare come una singola struttura senza articolazioni e organi nicali non evidenti. Dopo il prostomio sono presenti due segmenti acheti.

Scoloplella capensis Day, 1963

Materiale esaminato: 600 CR1: 4 ind., 1200 AR1: 1 ind.

La morfologia corrisponde a quanto riportato in bibliografia (Day, 1963; Solis-Weiss & Fauchald, 1989). Il prostomio è conico e privo di occhi. I due segmenti dopo il prostomio sono privi di chete e permettono l'assegnazione alla sottofamiglia Protoariciinae; nella regione toracica sono presenti unicamente chete capillari crenulate; non sono state rinvenute chete specializzate, il che permette di attribuire questi individui al genere *Scoloplella*, di cui *Scoloplella capensis* è l'unico rappresentante. Specie segnalata in Sud Africa a 180 m di profondità (Day, 1963). Il ritrovamento di questa specie fino a 1200 m di profondità nell'area di studio allarga ampiamente l'intervallo batimetrico e la distribuzione geografica di questa specie.

Paraonidae:

La famiglia Paraonidae risulta particolarmente rappresentata nei campioni presi in esame. Sono stati rinvenute specie appartenenti a tre generi inclusi in questa famiglia: *Strelzovia* Aguirrezabalaga, 2012, *Levinsenia* Mesnil, 1897 e *Paradoneis* Hartman, 1965. In accordo con Castelli *et al.* (2008) si ritiene opportuno considerare *Strelzovia* un genere a sé stante come del resto lo era *Allia* Strelzov, 1973, che è stato modificato in *Strelzovia* da Aguirrezabalaga (2012) in quanto pre-occupato. Delle due specie rinvenute appartenenti al genere *Strelzovia*, *S. marianne* (Katzmann & Laubier, 1975) e *S. abyssalis* (Laubier & Ramos, 1974), la seconda risulta di particolare rilievo rappresentando una specie tipica di elevate profondità. Le specie appartenenti al genere *Levinsenia* sono state raccolte solo alla batimetria meno profonda (600 m). Tra queste, *L. gracilis* (Tauber, 1879) e *L. flava* (Strelzov, 1973) sono le più abbondanti; quest'ultima è stata segnalata per la prima volta nel Mediterraneo. *Paradoneis mikeli* (Aguirrezabalaga & Gil, 2009) rappresenta l'unica specie appartenente al genere *Paradoneis* che è stata rinvenuta nei campioni analizzati; si tratta di una specie affine a *P. lyra* Southern, 1914, in quanto caratterizzata da chete modificate liriformi, prima segnalazione certa per il

Mediterraneo e in particolar modo per i mari italiani; rappresenta il paraonide più abbondante nei campioni esaminati.

Strelzovia mariannae (Katzmann & Laubier, 1975)

Materiale esaminato: 600 CR1: 4 ind., 900 BR1: 1 ind., 1200 AR1: 1 ind., 1200 BR1: 1 ind.

La descrizione corrisponde a quanto riportato da Katzmann & Laubier (1975). Prostomio conico con estremità leggermente appiattita, nettamente separato dai primi segmenti, porta un'antenna di forma ovoidale allungata, rigonfia alla base, con un'estremità digitiforme. Presenza di 12-19 paia di branchie che appaiono dal quarto segmento. Le chete modificate appaiono nella zona post-branchiale; sono ingrossate alla base e terminano con una spina sempre più sottile; sono dotate inoltre di una fine spinulazione. La specie è stata descritta basandosi su un esemplari rinvenuti ad una profondità compresa tra i 100 e i 300 m in Adriatico (Katzmann & Laubier, 1975); la presente segnalazione amplia la distribuzione della specie nel Mediterraneo. È stata rinvenuta nell'intero intervallo batimetrico considerato.

Strelzovia abyssalis (Laubier & Ramos, 1974)

Materiale esaminato: 1200 AR1: 1 ind., 1200 BR1: 1 ind.

La descrizione corrisponde a quanto riportato da Laubier & Ramos (1974). La specie è caratterizzata dall'assenza delle branchie che caratterizzano la quasi totalità dei paraonidi; da questo punto di vista appare affine a *Aricidea abranchiata* Hartman, 1965, presente in Atlantico in ambiente abissale; successive revisioni, tuttavia, hanno assegnato le due specie a generi diversi. Il prostomio è corto, lungo quanto largo, e porta dorsalmente una corta antenna allargata verso l'apice. Chete modificate di un solo tipo, bruscamente assottigliate verso l'estremità, appaiono dopo il 25°-30° chetigero. La specie è stata descritta basandosi su un esemplari rinvenuti ad una profondità superiore ai 2000 m nel Mediterraneo Occidentale (Laubier & Ramos, 1974); il ritrovamento di questa specie a una profondità di 1200 m rappresenta un ampliamento dell'intervallo batimetrico della sua distribuzione.

Levinsenia gracilis (Tauber, 1879)

Materiale esaminato: 600 AR2: 3 ind, 600 AR3: 3 ind, 600 CR1: 2 ind.

La descrizione corrisponde a quanto riportato da Strelzov (1973) per la specie *Tauberia*

gracilis (Tauber, 1879). Specie cosmopolita ed euribata ampiamente segnalata in Mediterraneo (Laubier & Ramos, 1974; Castelli, 1987).

Levinsenia oculata (Hartman, 1957)

Materiale esaminato: 600 AR2: 1 ind.

La descrizione corrisponde a quanto riportato da Strelzov (1973). Specie anch'essa cosmopolita già nota in Mediterraneo, con elevato intervallo batimetrico, da circa 10 m a più di 1000 m di profondità (Castelli, 1987) e corrispondente a esemplari topotipici provenienti dalla California del Sud (Strelzov, 1973); la sua distribuzione geografica lascia il dubbio che, nel caso degli esemplari mediterranei, possa trattarsi di una specie diversa.

Levinsenia flava (Strelzov, 1973)

Materiale esaminato: 600 AR2: 4 ind., 600 CR2: 1 ind.

La morfologia corrisponde a quanto riportato su Çinar *et al.* (2011). Specie descritta su esemplari raccolti in Nuova Guinea a 1790 m (Strelzov, 1973), segnalata in Atlantico nel Golfo di Biscaglia, tra 500 e 1000 m (Aguirrezabalaga & Gil, 2009); il ritrovamento ad una profondità di 600 m nella Scarpata Sarda rappresenta la prima segnalazione per il Mediterraneo.

Paradoneis mikeli (Aguirrezabalaga & Gil, 2009)

Materiale esaminato: 600 AR2: 1 ind., 600 BR1: 1 ind., 600 BR2: 3 ind., 600 BR3: 1 ind., 600 CR1: 1 ind., 600 CR2: 3 ind., 900 AR3: 1 ind., 900 BR1: 1 ind., 900 CR2: 1 ind., 1200 BR2: 2 ind.

La descrizione corrisponde con quanto riportato da Aguirrezabalaga & Gil (2009) per una specie nuova appartenente al genere *Paradoneis*, molto simile a *P. lyra* Southern, 1914, specie ampiamente segnalata nel Mediterraneo (Castelli, 1987), dalla quale diverge essenzialmente per il chetigero dal quale iniziano le branchie (5° in *P. mikeli*, 4° in *P. lyra*) e la posizione dell'ano sul pigidio (non apprezzabile negli esemplari osservati, in quanto privi di estremità posteriore). Specie descritta su esemplari raccolti nel Golfo di Biscaglia a una profondità tra i 500 e i 1000 m (Aguirrezabalaga & Gil, 2009). Tali Autori sospettano che la specie sia presente anche nel Mediterraneo e in gran parte dell'Atlantico, ipotizzando che

alcuni esemplari segnalati da Katzmann & Laubier (1975) appartengano in realtà a questa specie (Aguirrezabalaga & Gil, 2009). Questa ipotesi è confermata nel presente studio per il Mediterraneo Occidentale in un intervallo batimetrico affine a quanto riportato nella prima segnalazione da Aguirrezabalaga & Gil (2009).

Nereididae:

Ceratocephale pacifica (Hartman, 1960)

Materiale esaminato: 900 CR1: 1 ind., 1200 BR2: 1 ind.

La descrizione corrisponde a quanto riportato da Viéitez *et al.* (2004). Specie descritta su esemplari raccolti nell'Oceano Pacifico a una profondità compresa tra 800 e 2500 m (Hartman, 1960) e successivamente rinvenuta anche nel Golfo di Biscaglia a una profondità di circa 960 m (Núñez *et al.*, 2000); si tratta del primo ritrovamento per il Mediterraneo ad una batimetria comparabile con quanto noto in precedenza.

Syllidae:

Particolarmente rilevante e rappresentativa tra i Syllidae risulta la presenza di *Exogone* (*Parexogone*) *campoyi* San Martín *et al.*, 1996, una specie descritta su esemplari raccolti nei fondali profondi del Golfo di Biscaglia (Oceano Atlantico) (San Martín *et al.*, 1996) e successivamente rinvenuta nel Mediterraneo Orientale (Simboura & Zenetos, 2005; Busoni, 2011). La presenza di questa specie nell'area di studio assume quindi particolare importanza da un punto di vista biogeografico in quanto permette di stabilire che *E. campoyi* risulta una specie a larga ripartizione nel Mediterraneo. Nei campioni raccolti sono stati rinvenuti inoltre altre specie appartenenti al genere *Exogone* Orsted, 1845, tra cui *Exogone* (*Exogone*) *lopezi* San Martín *et al.*, 1996. Sempre appartenente alla famiglia Syllidae ma inclusa nel genere *Syllis* Lamarck, 1818 è *S. caeca* (Katzmann, 1973), specie ben rappresentata nel popolamento preso in esame; la presente segnalazione permette di ampliare la distribuzione di questa specie nel Mediterraneo.

Syllis caeca (Katzmann, 1973)

Materiale esaminato: 600 AR2: 1 ind., 600 BR2: 1 ind., 600 CR1: 1 ind., 900 AR3: 1 ind., 900 CR3: 1 ind.

La descrizione è corrispondente a quanto riportato da Licher (1999). Prostomio ovale, privo di

occhi, provvisto di palpi lunghi circa il doppio di esso, antenna mediana formata da al più 32 articoli, ad inserzione posteriore rispetto alle laterali, formate da 13-14 articoli. Cirri dorsali moniliformi, formati da 9-11 articoli. Acicula ai parapodi posteriori dritta, debolmente deviata all'apice e con regione subdistale solo debolmente ingrossata, lievemente sporgente al di fuori del parapodio. Ogni parapodio è provvisto di 8-10 chete composte, divise fra 1-2 pseudospinigere ad articolo molto lungo, 1-3 pseudospinigere ad articolo relativamente corto e 4-5 falcigere relativamente brevi. Tutte le chete composte hanno articolo bidentato. La specie risulta abbastanza simile a *Syllis parapari* San Martín & López, 2000 (presente nel Mediterraneo ma non ancora segnalata nelle acque italiane), ma se ne distingue per l'assenza di occhi e le chete pseudospinigere con articoli molto più lunghi (San Martin, 2003)

L'assenza di occhi porta a ritenere questa specie tipica di ambienti profondi, tuttavia Katzmann (1973) descrive la specie per fondi fangosi tra 128 e 150 m nel medio Adriatico; successivamente la specie è stata segnalata a profondità di 500-1000 m nel Mediterraneo Orientale (Arvanitidis, 1994; Çinar *et al.*, 2003). La segnalazione per il Mediterraneo Occidentale effettuata da Campoy (1982) come *Syllis* cfr *caeca* è da considerare dubbia secondo Arvanitidis (1994). Se la sinonimia con *Syllis hyperioni* (Dorsey & Phillips, 1987) specie tipica del Pacifico boreale, suggerita da Licher (1999) venisse confermata, *Syllis caeca* dovrebbe essere considerata una specie a distribuzione oloartica.

Exogone (Parexogone) campoyi San Martin, Ceberio & Aguirrezabalaga, 1996

Materiale esaminato: 600 BR2: 2 ind., 600 CR1: 1 ind., 600 CR2: 1 ind., 900 AR1: 3 ind., 900 AR2: 1 ind., 900 BR2: 1 ind., 900 CR1: 1 ind., 900 CR2: 2 ind., 1200 AR1: 3 ind., 1200 BR1: 2 ind., 1200 BR2: 1 ind., 1200 CR2: 2 ind.

La descrizione è corrispondente a quanto riportato da San Martin (2003). Corpo di piccole dimensioni con circa 30 chetigeri. Prostomio rettangolare, più largo che lungo, e praticamente ricoperto dal peristomio. Quattro occhi disposti a trapezio. Nella parte posteriore del prostomio si inseriscono due tipi di antenne: laterali, piccole e ovoidali e centrale allungata, più lunga del prostomio ma, più corta del prostomio insieme ai palpi. Questi sono lunghi, robusti e fusi per tutta la lunghezza e formano una porzione triangolare. Il segmento tentacolare è simile ai seguenti e i cirri tentacolari sono papilliformi. Le chete composte sono eterogonfe con un articolo lungo, unidentato e distalmente incurvato. Il faringe copre circa 5 segmenti e il dente faringeo è situato sul margine anteriore. Il proventricolo copre anch'esso 5 segmenti con 21 file muscolari. Come osservato in precedenza, è stata descritta su esemplari

raccolti nell'Atlantico ed in particolare nel Golfo di Biscaglia circa a 1000 m di profondità (San Martin *et al.*, 1996); successivamente è stata segnalata nel Mar Egeo (Simboura & Zenetos, 2005) e recentemente lungo la Scarpata Maltese a 1200 m di profondità (Busoni, 2011). Le profondità di ritrovamento risultano in linea con quanto osservato nel presente studio.

Exogone (Exogone) lopezi San Martin, Ceberio & Aguirrezabalaga, 1996

Materiale esaminato: 900 BR1: 1 ind., 900 CR1: 1 ind., 900 CR2: 1 ind., 1200 CR2: 1 ind.

La descrizione è corrispondente con quanto riportato da San Martin (2003). Corpo lungo e sottile con circa 50 chetigeri. Prostomio rettangolare più largo che lungo. Quattro occhi molto piccoli disposti a trapezio. Antenne non evidenti, ridotte e normalmente nascoste dal peristomio. Il segmento tentacolare è simile ai seguenti e i cirri tentacolari sono papilliformi. Le chete composte sono simili per tutto il corpo, però i parapodi medi e posteriori presentano una cheta con articolo lungo, una molto corta (40 µm) e due o tre falcigere con articolo corto. Le chete semplici sono presenti solo sul lato dorsale e non su quello ventrale. Il faringe, lungo e stretto, copre 5-6 segmenti chetigeri e il dente faringeo è situato al margine anteriore. Il proventricolo è anch'esso lungo e stretto e copre oltre 5 segmenti con 27-30 file muscolari. È stata descritta anch'essa su esemplari raccolti nell'Atlantico ed in particolare nel Golfo di Biscaglia circa a 1000 m di profondità (San Martin *et al.*, 1996), poi segnalata nel Mar Egeo (Simboura & Zenetos, 2005); si tratta in questo caso della prima segnalazione nei mari italiani, a batimetrie compatibili con quanto finora conosciuto.

Exogone (Parexogone) sp.

Materiale esaminato: 1200 AR1: 1 ind.

Si tratta di un solo individuo raccolto alla batimetria di 1200 m. Tale organismo possiede caratteristiche tali da includerlo nel genere *Exogone* e più in particolare nel sottogenere *Parexogone*. Come già citato in precedenza nei campioni presi in esame è stata riscontrata la presenza di *E. campoyi*. L'esemplare raccolto si distingue da *E. campoyi* per la notevole maggiore lunghezza dell'antenna centrale e per la presenza di chete composte ad articolo bidentato; *E. campoyi* presenta infatti un antenna centrale piuttosto corta e esclusivamente chete unidentate. Le altre caratteristiche, e in particolare i parapodi con numerose chete composte, risultano molto vicine a quanto si osserva in *E. campoyi* (Fig. 3.3.1). Sulla base di

questi caratteri morfologici non è stato possibile attribuire questo esemplare ad una delle specie finora descritte (San Martin, 2003).

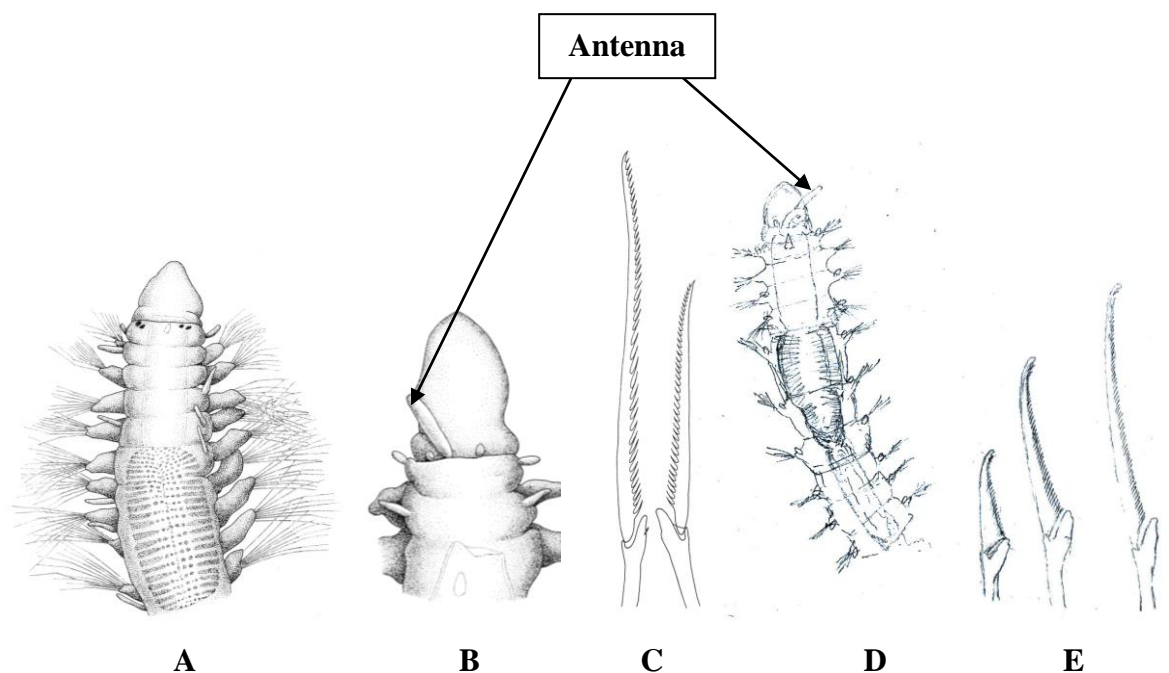


Fig. 3.3.1. Confronto tra *Exogone (Parexogone) campoyi* e *Exogone (Parexogone) sp.* *E. campoyi*: parte anteriore vista dorsalmente (A) (B), chete composte unidentate (C); *E. (Parexogone) sp.*: parte anteriore vista dorsalmente (D), chete composte bidentate (E).

Exogoninae n.d.

Materiale esaminato: 600 AR2: 1 ind., 600 BR2: 1 ind., 1200 CR2: 1 ind.

Si tratta di tre individui raccolti nell'intero intervallo batimetrico preso in esame e quindi appartenenti ad una specie ampiamente distribuita nell'area di studio. Tali individui appaiono molto simili a quanto riportato per una specie segnalata per il Mediterraneo e per la Manica in acque superficiali (Somaschini & San Martin, 1994; Olivier *et al.*, 2012) e recentemente inserita da Olivier *et al.* (2012) nel genere *Prosphaerosyllis* San Martín, 1984, *P. giandoi* (Somaschini & San Martin, 1994). Gli esemplari raccolti sono caratterizzati però da chete composte differenti da quanto finora conosciuto in quanto hanno l'estremità della parte basale omogonfa a differenza di tutte le specie conosciute appartenenti a tale genere e agli affini *Sphaerosyllis* Claparède, 1863 e *Erinaceusyllis* San Martín, 2005 e sono tuttora oggetto di studio. Probabilmente si tratta di esemplari appartenenti ad un nuovo genere della sottofamiglia Exogoninae a cui potrebbe appartenere anche *P. giandoi*, la cui posizione,

all'interno del genere *Prosphaerosyllis* appare piuttosto discutibile in quanto è caratterizzata da chete composte con estremità della parte basale emigonfa e quindi relativamente affine a quella degli individui in questione; in specie appartenenti al medesimo genere come, *P. xarifae* (Hartmann-Schröder, 1960), si osserva la presenza invece di chete con estremità della parte basale eterogonfa (Fig. 3.3.2).

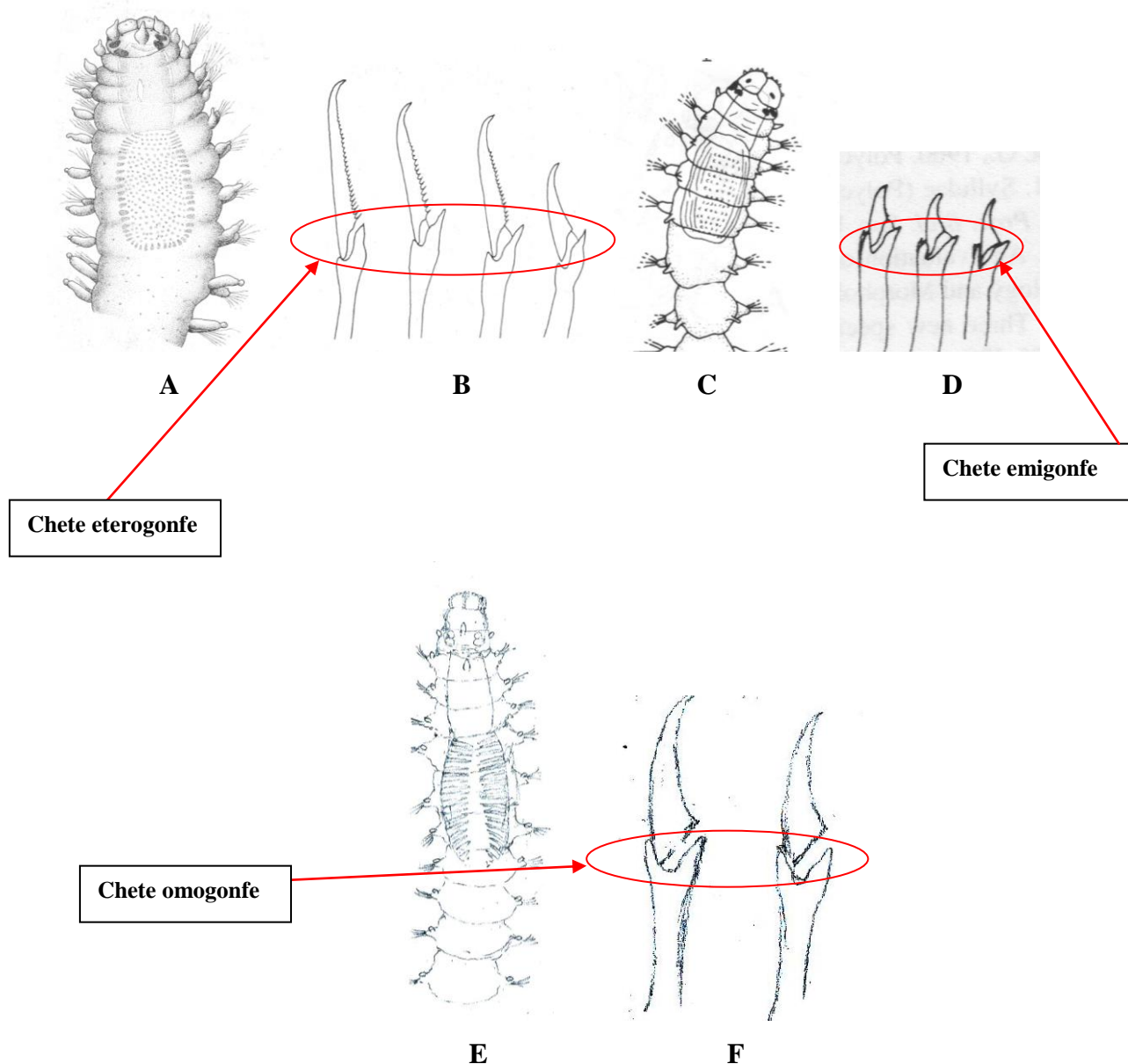


Fig. 3.3.2. Confronto tra *Prosphaerosyllis xarifae*, *Prosphaerosyllis giandoi* e *Exogoninae n.d.*. *P. xarifae*: parte anteriore vista dorsalmente (A), chete eterogonfe (B); *P. giandoi*: parte anteriore vista dorsalmente (C), chete emigonfe (D); *Exogoninae n.d.*: parte anteriore vista dorsalmente (E), chete omogonfe (F).

Glyceridae:

Nel campione preso in esame è stato possibile identificare due differenti specie appartenenti alla famiglia Glyceridae e quindi al genere *Glyceria* Savigny, 1818: *Glyceria tessellata* Grube, 1863, presente con un solo individuo a 900 m e *Glyceria oxycephala* Ehlers, 1887, che si ritrova a tutte e tre le profondità oggetto di studio.

Glyceria oxycephala Ehlers, 1887

Materiale esaminato: 600 AR2: 1 ind., 900 BR2: 1 ind., 900 CR1: 1 ind., 1200 AR2: 2 ind.

La morfologia corrisponde a quanto riportato da Böggemann *et al.* (2012). Specie euribata, tipica di mari temperati e tropicali (Böggemann, 2002); i dati ottenuti dal campionamento permettono di confermare la presenza di questa specie nel Mediterraneo Occidentale (Castelli *et al.*, 2008) e non solo in quello Orientale (Böggemann *et al.*, 2012), confermando allo stesso tempo l'ampio intervallo nel quale è possibile riscontrarne la presenza.

Lumbrineridae:

Nel campione preso in esame è stato possibile identificare due specie appartenenti alla famiglia Lumbrineridae, incluse in due generi differenti. Come rappresentante del genere *Lumbrineriopsis* Moore, 1911, è stata riscontrata la presenza di *L. carpinei* (Ramos, 1976) mentre, per il genere *Lumbrineris* Blainville, 1828, *L. latreilli* Audouin & Milne-Edwards, 1834. Entrambe le specie risultano poco rappresentate nel campionamento con tre esemplari di *Lumbrineriopsis carpinei* e solo uno di *Lumbrineris latreilli*, apparentemente presenti esclusivamente a 600 e 900 m di profondità rispettivamente; entrambe le specie sono già state segnalate per il Mediterraneo e sono tipicamente affossatrici.

Lumbrineriopsis carpinei (Ramos, 1976)

Materiale esaminato: 600 AR2: 2 ind., 600 BR2: 1 ind.

La descrizione corrisponde con quanto riportato da Ramos (1976) per gli esemplari rinvenuti lungo le coste catalane spagnole a una profondità compresa tra 380 e 600 m di profondità (Ramos, 1976). Il ritrovamento di questa specie in zone vicine e a una profondità di 600 m permette di confermare la presenza di *Lumbrineriopsis carpinei* nel Mediterraneo Occidentale a una batimetria non superiore ai 600 m.

Fauveliopsidae:

Nel campionamento esaminato è stata riscontrata, con un solo organismo trovato, la presenza di *Fauveliopsis fauchaldi* Katzmann & Laubier, 1974 e di una specie appartenente allo stesso genere e più rappresentata nel campione ma che non trova riscontro con le specie descritte finora e quindi denominata *Fauveliopsis* sp.

Fauveliopsis fauchaldi Katzmann & Laubier, 1974

Materiale esaminato: 600 AR2: 1 ind.

La descrizione corrisponde con quanto riportato da Laubier & Katzmann (1974). Si tratta di una specie endemica nel Mediterraneo. La sua presenza è stata segnalata in Adriatico a circa 130 m di profondità (Laubier & Katzmann, 1974). La presente segnalazione nel Mediterraneo Occidentale espande perciò il suo areale di distribuzione e il profilo batimetrico.

Fauveliopsis sp.

Materiale esaminato: 900 AR1: 2 ind.

Sono stati trovati due esemplari privi di estremità posteriore; nel complesso le caratteristiche morfologiche risultano comparabili con quelle di *F. fauchaldi*, ma i primi chetigeri della porzione addominale sono provvisti di un alto numero di chete disposte a formare una breve fascia ad ogni lato, caratteristica che non si osserva nella specie simile (Laubier & Katzmann, 1974).

Longosomatidae:

Heterospio reducta Laubier, Picard & Ramos, 1973

Materiale esaminato: 900 AR1: 1 ind., 900 CR3: 1 ind.

La descrizione corrisponde con quanto riportato da Laubier *et al.*, 1973 per *H. reducta* confrontata, nel medesimo lavoro, con l'affine *H. mediterranea* Laubier *et al.*, 1973, dalla quale si distingue essenzialmente per la presenza di una regione anteriore formata da 8 segmenti anziché 9 e per l'assenza di subuluncini disposti in una cintura continua; elemento quest'ultimo probabilmente legato alla frequente frammentazione della porzione posteriore che impedisce di esaminare i segmenti posteriori. In entrambe il primo segmento è sia acheto

che abbranchiato e l'ultimo tende ad allungarsi. *H. reducta* è presente quasi esclusivamente nel Mediterraneo, infatti è stata segnalata non solo nei campioni raccolti da Laubier *et al.* (1973) (Mediterraneo Occidentale a circa 2000 m di profondità) ma anche in quelli raccolti lungo la Scarpata Maltese (Busoni, 2011), dove rappresenta la specie dominante a tutte le profondità considerate (1200-2100 m). La presente segnalazione a 900 m di profondità riduce ulteriormente la profondità a livello della quale risulta possibile trovare *H. reducta* confermando allo stesso tempo la segnalazione di Laubier *et al.* (1973) per quanto riguarda il Mediterraneo Occidentale.

3.4. Analisi dei dati

Basandosi sui dati presenti nella tabella dei dati di abbondanza delle specie (Tab. 3.2.2), sono stati calcolati i principali parametri strutturali del popolamento (Tab. 3.4.1). Dall'esame della tabella, infatti, è possibile rilevare in certi casi valori di diversità relativamente elevati.

Tab. 3.4.1. Principali parametri strutturali del popolamento a policheti nelle varie stazioni.

Sample	S	N	d	J'	H' (loge)
600 AR1	1	4	0	****	0
600 AR2	16	30	4,41	0,9371	2,598
600 AR3	2	4	0,7213	0,8113	0,5623
600 BR1	3	4	1,443	0,9464	1,04
600 BR2	12	19	3,736	0,9389	2,333
600 BR3	3	3	1,82	1	1,099
600 CR1	14	25	4,039	0,9386	2,477
600 CR2	9	15	2,954	0,9484	2,084
600 CR3	-	-	-	-	-
900 AR1	14	20	4,34	0,9577	2,528
900 AR2	5	7	2,056	0,963	1,55
900 AR3	5	5	2,485	1	1,609
900 BR1	10	11	3,753	0,9867	2,272
900 BR2	10	13	3,509	0,9575	2,205
900 BR3	2	2	1,443	1	0,6931
900 CR1	13	16	4,328	0,9669	2,48
900 CR2	13	14	4,547	0,9903	2,54
900 CR3	2	2	1,443	1	0,6931
1200 AR1	15	25	4,349	0,9479	2,567
1200 AR2	7	9	2,731	0,9708	1,889
1200 AR3	2	2	1,443	1	0,6931
1200 BR1	8	12	2,817	0,9518	1,979
1200 BR2	12	24	3,461	0,8544	2,123
1200 BR3	3	3	1,82	1	1,099
1200 CR1	7	14	2,274	0,889	1,73
1200 CR2	7	10	2,606	0,9427	1,834
1200 CR3	2	3	0,9102	0,9183	0,6365

La variabilità nel numero di individui e di specie presente in ciascuna replica (in alcuni casi i numeri sono estremamente bassi vedi ad esempio 600 AR1 e 600 AR3), interferisce però con

i risultati ottenuti; dall'esame generale della tabella è possibile rimarcare gli elevati valori di equitabilità che contribuiscono ad innalzare la diversità di Shannon.

I valori ottenuti per i diversi parametri strutturali forniscono informazioni riguardanti unicamente ogni singola replica. Per avere un valore confrontabile sono stati calcolati i valori medi e relative deviazioni standard per i diversi parametri strutturali. L'assenza di un trend legato al fattore profondità, per ciascuno dei parametri considerati, conferma che non sono presenti significative differenze nel popolamento preso in esame (Tab. 3.4.2).

Allo scopo di confrontare i valori ottenuti risulta quindi necessario effettuare l'analisi della varianza (ANOVA); il test di Cochran non risulta significativo per nessuno dei parametri considerati per questo motivo non è stato necessario effettuare alcuna trasformazione. Dai risultati ottenuti, riportati nella tabella della varianza, si può dedurre che l'analisi della varianza non risulta significativa anche se, per l'indice di Shannon, è stato ottenuto un valore di $Pr (>F)$ vicino al livello di significatività (Tab. 3.4.3).

Tab. 3.4.2. Parametri strutturali.

S – Numero di specie				
600	600 A	600 B	600 C	
6,67 ± 6,12	6,33 ± 8,39	6 ± 5,20	7,67 ± 7,09	
900	900 A	900 B	900 C	
8,22 ± 4,79	8 ± 5,20	7,33 ± 4,62	9,33 ± 6,35	
1200	1200 A	1200 B	1200 C	
7 ± 4,42	8 ± 6,56	7,67 ± 4,51	5,33 ± 2,89	
N – Numero di individui				
600	600 A	600 B	600 C	
11,56 ± 10,99	12,67 ± 15,01	8,67 ± 8,96	13,33 ± 12,58	
900	900 A	900 B	900 C	
10 ± 6,36	10,67 ± 8,14	8,67 ± 5,86	10,67 ± 7,57	
1200	1200 A	1200 B	1200 C	
11,33 ± 8,57	12 ± 11,79	13 ± 10,54	9 ± 5,57	

d – Ricchezza specifica

600	600 A	600 B	600 C
2,39 ± 1,63	1,71 ± 2,37	2,33 ± 1,23	3,5 ± 0,77
900	900 A	900 B	900 C
3,1 ± 1,26	2,96 ± 1,21	2,9 ± 1,27	3,44 ± 1,73
1200	1200 A	1200 B	1200 C
2,49 ± 1,04	2,84 ± 1,46	2,7 ± 0,83	1,93 ± 0,90

J' – Equitabilità

600	600 A	600 B	600 C
0,93 ± 0,06	0,87 ± 0,09	0,96 ± 0,03	0,94 ± 0,01
900	900 A	900 B	900 C
0,98 ± 0,02	0,97 ± 0,02	0,98 ± 0,02	0,99 ± 0,02
1200	1200 A	1200 B	1200 C
0,94 ± 0,05	0,97 ± 0,03	0,94 ± 0,07	0,92 ± 0,03

H'(loge) – Diversità

600	600 A	600 B	600 C
1,35 ± 1,05	1,05 ± 1,37	1,49 ± 0,73	1,52 ± 1,33
900	900 A	900 B	900 C
1,84 ± 0,75	1,9 ± 0,55	1,72 ± 0,89	1,9 ± 1,05
1200	1200 A	1200 B	1200 C
1,62 ± 0,66	1,72 ± 0,95	1,73 ± 0,55	1,4 ± 0,66

Tab. 3.4.3. Analisi della varianza.

```

Response: S - Numero di Specie
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Pr      2  12.07    6.037   1.5377 0.2890
Pr:Si    6  23.56    3.926   0.1147 0.9934
Residual 18 616.00   34.222

```

Response: N - Numero di individui

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Pr	2	12.74	6.370	0.5292	0.6142
Pr:Si	6	72.22	12.037	0.1200	0.9926
Residual	18	1806.00	100.333		

Response: d - Ricchezza specifica

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Pr	2	2.153	1.0766	0.9369	0.4425
Pr:Si	6	6.895	1.1492	0.6049	0.7232
Residual	18	34.198	1.8999		

Response: J' - Equitabilità

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Pr	2	0.013820	0.0069101	2.3096	0.1804
Pr:Si	6	0.017952	0.0029919	2.0261	0.1148
Residual	18	0.026581	0.0014767		

Response: H' (loge) - Diversità

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Pr	2	1.0664	0.53320	4.6767	0.05968
Pr:Si	6	0.6841	0.11401	0.1279	0.99118
Residual	18	16.0407	0.89115		

Per valutare la variabilità del popolamento in relazione con la profondità e a diverse scale spaziali, è stata analizzata poi la matrice dei dati di abbondanza delle singole specie (o dei *taxa*); nel presente studio è bastato applicare sulla matrice la funzione radice quadrata grazie alla quale sono state esclusivamente sottostimate le specie più abbondanti. L'MDS che deriva da tale analisi non mostra particolari differenze tra i campioni prelevati a diverse profondità e, a ciascuna profondità, nei diversi siti (Fig. 3.4.1). I punti stazione relativi alle tre batimetrie non sono disposti secondo un *trend* ben definito sul piano ottenuto, anche se si osserva una certa zonazione dei campioni riconducibili alle 3 distinte profondità; i gruppi ottenuti risultano parzialmente sovrapposti e alcune stazioni si distanziano notevolmente dalle altre situate alla medesima batimetria. Il popolamento a policheti non sembra quindi nettamente diversificato in relazione al fattore profondità, almeno nell'intervallo preso in considerazione e cioè tra 600 e 1200 m. Poiché l'ordinamento grafico può risultare poco indicativo, è stata poi effettuata l'analisi PERMANOVA (Tab. 3.4.4). Dai risultati ottenuti si può dedurre che un certo *trend* legato al fattore profondità esiste; infatti, il valore di P(perman) ottenuto risulta inferiore al valore soglia di 0,05; il fattore sito non risulta invece significativo.

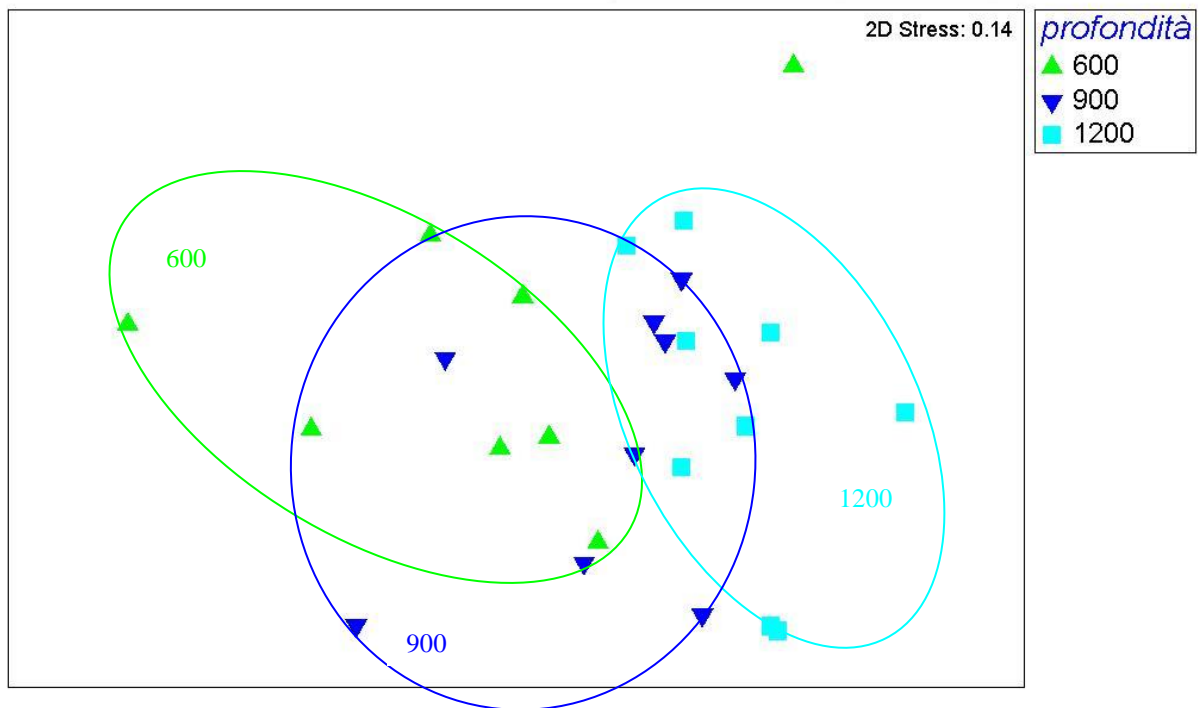


Fig. 3.4.1. MDS sulla matrice di abbondanza della polichetofauna.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	Unique perms
profondità	2	11363	5681.4	1.8896	0.012	998
siti (profondità)	6	18020	3003.3	0.8869	0.744	997
Res	17	57566	3386.3			
Total	25	87751				

Tab. 3.4.4. Test PERMANOVA.

Analizzando la matrice in cui l'abbondanza dei vari taxa viene sostituita con l'abbondanza dei cinque gruppi trofico-ecologici individuati in precedenza, si ottiene un grafico MDS in cui non è possibile evidenziare nessun *trend* fra le stazioni situate alle tre diverse batimetrie prese in esame (Fig. 3.4.2).

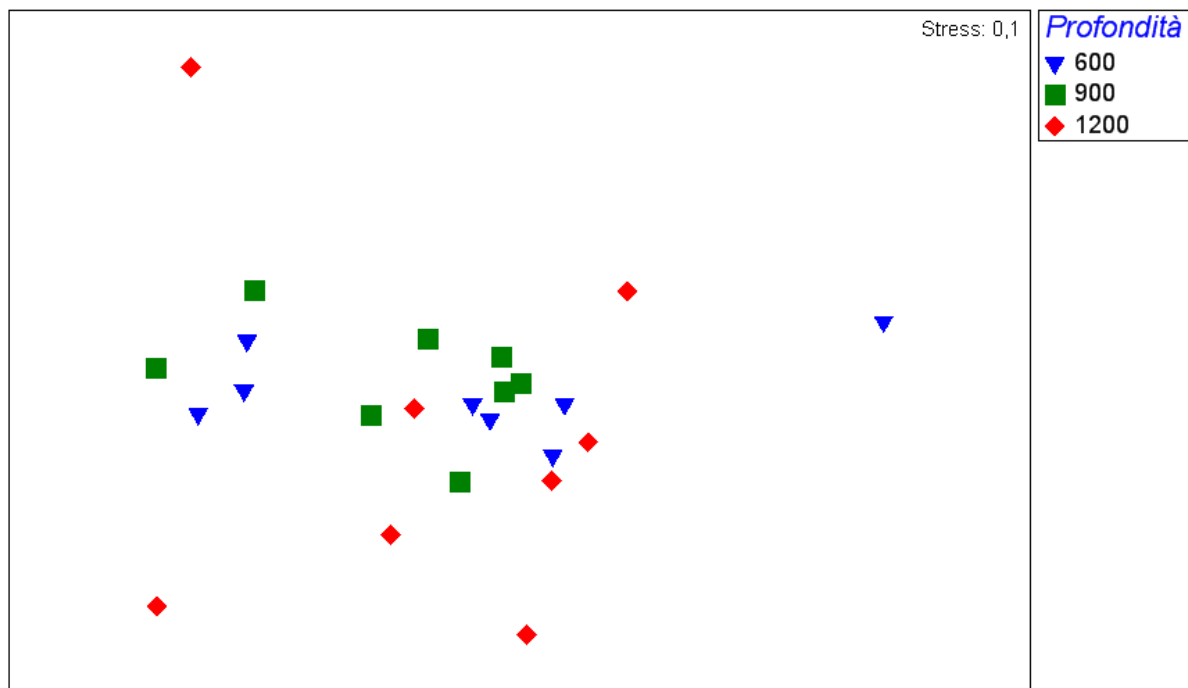


Fig. 3.4.2. MDS sulla matrice dei gruppi trofici-ecologici.

4. Discussione e Conclusioni

Nell'area presa in esame è stata riscontrata la presenza di una polichetofauna varia e diversificata sia da un punto di vista tassonomico (sono stati riscontrati infatti 64 taxa, oltre 40 dei quali identificati a livello di specie, e 27 famiglie), che ecologico (si tratta infatti nella quasi totalità di specie appartenenti a famiglie tipiche di fondi molli, ma caratterizzate da diverse strategie trofiche e, più in generale, vitali). La diversità specifica tende ad essere relativamente elevata, anche in relazione alla limitata abbondanza della maggior parte delle specie raccolte e quindi dell'elevata equitabilità. Dalle analisi effettuate è possibile notare che la varietà dei popolamenti risulta in qualche modo influenzata dalle variazioni batimetriche, anche se è difficile individuare un *trend* ben definito. La polichetofauna esaminata risulta comunque nel complesso relativamente omogenea, almeno nei siti localizzati alla medesima profondità.

Da notare anche che non si riscontrano differenze sostanziali nel numero di individui totali rinvenuti in ogni livello batimetrico preso in esame (circa 100 individui) e in ciascun sito (circa 30-40 individui indipendentemente dalla batimetria); una maggiore variabilità nell'abbondanza degli individui presenti si riscontra solo tra le repliche considerate per ciascun sito (Tab. 3.2.3). Le caratteristiche del popolamento che sono state descritte sono comunque relative solo alle batimetrie prese in considerazione in questa tesi; sono stati infatti analizzati i campioni localizzati a 600, 900 e 1200 m; si tratta di un sottoinsieme dell'area campionata che comprende anche batimetrie notevolmente più profonde (fino a 2400 m) in cui i popolamenti bentonici potrebbero essere strutturati in maniera anche molto differente.

Non si assiste quindi ad una riduzione quali-quantitativa della polichetofauna come osservato in situazioni simili, sia in ambiente oceanico che mediterraneo (Tselepides *et al.*, 2000; Krönche *et al.*, 2003; Ramirez-Llodra *et al.*, 2010); durante un precedente studio condotto sulla Scarpata Maltese a batimetrie più profonde (da 1200 a 2100 m), si è osservato, ad esempio, un consistente decremento dell'abbondanza del macrobenthos e in particolare della polichetofauna (Busoni, 2011), che potrebbe verificarsi anche nel presente studio dopo l'analisi dei campioni più profondi.

Le variazioni strutturali del benthos lungo la scarpata presa in esame, in risposta all'incremento batimetrico, risultano nel complesso abbastanza limitate (almeno alle profondità analizzate); nel Mediterraneo, dove la temperatura non varia significativamente lungo il profilo batimetrico al di sotto dei 300 m di profondità (Coll *et al.*, 2010), appare plausibile che si riscontrino minori variazioni nelle comunità bentoniche rispetto all'ambiente

oceanico.

L'analisi particolareggiata della distribuzione della polichetofauna lungo il gradiente batimetrico preso in esame permette di mettere in risalto alcuni aspetti sulla distribuzione delle specie. Ad esempio, il genere *Levinsenia*, nell'area in esame, risulta presente solo alla batimetria di 600 m, con specie anche euribate, come *L. gracilis*, segnalate comunemente in acque superficiali (Castelli, 1987). Nell'area di studio questo genere è assente nelle stazioni più profonde, nonostante esistano in bibliografia molte segnalazioni anche a profondità superiori ai 1000 m (Castelli, 1987; Aguirrezabalaga & Gil, 2009). *Strelzovia abyssalis* è un altro paraonide presente invece solo nelle stazioni più profonde (1200 m); in questo caso l'osservazione è pienamente coerente con quanto conosciuto sulla distribuzione di questa specie, descritta basandosi su esemplari rinvenuti ad una profondità superiore ai 2000 m nel Mediterraneo Occidentale (Laubier & Ramos, 1974) e ritrovata successivamente per la prima volta in questo studio. Per completare le osservazioni sulla distribuzione batimetrica dei membri della famiglia Paraonidae si può osservare che una specie segnalata nell'intero intervallo batimetrico è *Paradoneis mikeli*. Nella stessa famiglia si osserva quindi una diversa distribuzione delle specie e dei generi probabilmente adattati a vivere in habitat diversi in riferimento ai gradienti di pressione e temperatura riscontrati, pur manifestando affini esigenze trofico-ecologiche (Brown & Thatje, 2013) (Tab 4.1).

Tab 4.1. Caratteristiche delle specie più importanti.

	600	900	1200	G.T.	Note	Nr.
Famiglia Capitellidae						
<i>Notomastus latericeus</i>	1	1	1	DP	X	16
<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i>	0	0	1	DP	X	1
Famiglia Opheliidae						
<i>Ophelina abranchiata</i>	1	0	0	DS	X	4
Famiglia Orbiniidae						
<i>Leodamas</i> sp.	1	1	1	DP	X	11
<i>Naineris laevigata</i>	1	1	1	DP	X	16
<i>Schroederella laubieri</i>	0	0	1	DP	X	1
<i>Scolopella capensis</i>	1	0	1	DP	NM	5
<i>Scoloplos armiger</i>	1	1	1	DP	X	5
<i>Scoloplos</i> sp.	1	1	1	DP	X	6
Famiglia Paraonidae						
<i>Levinsenia flava</i>	1	0	0	DS	NM	5
<i>Levinsenia gracilis</i>	1	0	0	DS	X	8
<i>Levinsenia oculata</i>	1	0	0	DS	X	1

<i>Levinsenia</i> sp.	1	0	0	DS	X	1
<i>Paradoneis mikeli</i>	1	1	1	DS	NM	15
<i>Strelzovia abyssalis</i>	0	0	1	DS	NI	2
<i>Strelzovia marianne</i>	1	1	1	DS	X	7
Famiglia Cirratulidae						
<i>Aphelochaeta marioni</i>	0	1	0	DS	X	1
<i>Chaetozone gibber</i>	1	1	1	DS	X	25
<i>Dodecaceria concharum</i>	1	0	0	DS	X	1
<i>Monticellina dorsobranchialis</i>	0	0	1	DS	X	12
Famiglia Pholoidae						
<i>Pholoides dorsipapillata</i>	0	1	1	P	X	4
Famiglia Nereididae						
<i>Ceratocephale pacifica</i>	0	1	1	O	NM	2
Famiglia Pilargidae						
<i>Pseudexogone</i> sp.	0	0	1	O	X	3
Famiglia Syllidae						
<i>Exogone(Exogone) lopezi</i>	0	1	1	O	NI	4
<i>Exogone(Parexogone) campoyi</i>	1	1	1	O	X	20
<i>Exogone(Parexogone) sp.</i>	0	0	1	O	X	1
<i>Exogoninae</i> n.d.	1	0	1	O	X	3
<i>Prosphaerosyllis cfr xarifae</i>	1	0	0	O	X	3
<i>Syllis caeca</i>	1	1	0	O	X	5
Famiglia Glyceridae						
<i>Glycera oxycephala</i>	1	1	1	O	X	5
<i>Glycera tessellata</i>	0	1	0	O	X	1
Famiglia Dorvilleidae						
<i>Meiodorvillea cfr minuta</i>	1	1	0	O	NM	3
<i>Schistomeringos neglecta</i>	1	1	0	O	X	5
<i>Schistomeringos</i> sp.	1	1	0	O	X	2
Famiglia Lumbrineridae						
<i>Lumbrineriopsis carpinei</i>	1	0	0	O	NI	3
<i>Lumbrineris latreilli</i>	0	1	0	O	X	1
Famiglia Onuphidae						
<i>Nothria conchilega</i>	1	1	1	O	X	26
Famiglia Sabellidae						
<i>Laonomesp.</i>	0	0	1	F	X	7
<i>Perkinsiana</i> sp.	0	0	1	F	X	1
Famiglia Serpulidae						
<i>Filogranula stellata</i>	0	0	1	F	X	1
Famiglia Acrocirridae						
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	0	1	0	DS	X	1
Famiglia Ampharetidae						
<i>Amage gallasi</i>	0	1	1	DS	X	4
Famiglia Fauveliopsidae						
<i>Fauveliopsis fauchaldi</i>	1	0	0	DP	X	1
<i>Fauveliopsis</i> sp.	0	1	0	DP	X	2

Famiglia Spionidae

<i>Aonides paucibranchiata</i>	0	1	0	DS	X	4
<i>Dispio</i> sp.	0	0	1	DS	X	1
<i>Prionospio</i> sp.	0	0	1	DS	X	1
<i>Spiophanes kroyeri reyssi</i>	1	1	1	DS	X	6

Famiglia Poecilochaetidae

<i>Poecilochaetus fauchaldi</i>	0	1	0	DS	X	1
---------------------------------	---	---	---	----	---	---

Famiglia Longosomatidae

<i>Heterospio reducta</i>	0	1	0	DS	X	2
---------------------------	---	---	---	----	---	---

Famiglia Chaetopteridae

<i>Phyllochaetopterus</i> sp	0	1	0	F	X	1
------------------------------	---	---	---	---	---	---

Famiglia Magelonidae

<i>Magelona minuta</i>	1	0	0	DS	X	1
------------------------	---	---	---	----	---	---

□ Colorato: Specie esclusiva di una profondità.

G.T.: Gruppo trofico

Nr.: Numero degli individui

DS: Detritivori superficiali

DP: Detritivori subsuperficiali (profondi)

F: Filtratori

O: Onnivori

P: Predatori

NM: Prima segnalazione per il Mediterraneo

NI: Prima segnalazione per i mari italiani

Il complesso dei risultati ottenuti relativi alla varietà della polichetofauna e delle sue strategie trofiche confermano l'importanza di questa componente del macrobenthos anche a batimetrie elevate come quelle prese in esame; i policheti infatti, anche a tali batimetrie, rappresentano la componente più ampia e diversificata della macrofauna bentonica e svolgono numerose funzioni, risultando coinvolti nei processi di trasformazione della sostanza organica, riciclo dei nutrienti e bioturbazione, fondamentali nel funzionamento degli ecosistemi profondi (Danovaro, 2013; Flach *et al.*, 2002; Gremare *et al.*, 2003).

Gli organismi rinvenuti nell'area di studio sono, come già ampiamente affermato, riconducibili a cinque gruppi trofico-ecologici: detritivori di superficie, detritivori di profondità, filtratori, onnivori e predatori; la quasi totalità di tali organismi utilizzano più o meno direttamente come fonte di nutrimento la sostanza organica che tende a depositarsi sul substrato. Il rapporto tra questi gruppi trofico-ecologici si mantiene relativamente costante

nell'intervallo batimetrico preso in esame. I detritivori superficiali rappresentano il gruppo trofico dominante e utilizzano il materiale particolato che si deposita sulla superficie del fondale, come riportato per altre zone del Mediterraneo profondo da Mamouridis *et al.* (2011). I detritivori sub-superficiali e gli onnivori, presenti in maniera consistente, anche se inferiore ai detritivori superficiali, contribuiscono maggiormente rispetto ad essi alle attività di bioturbazione, particolarmente importanti per il riciclo della sostanza organica. Il fatto che nel popolamento preso in esame si riscontri la presenza di organismi affossatori, riconducibili a tali gruppi trofici, come Lumbrineridae, Onuphidae, Orbiniidae e Capitellidae, che contribuiscono al rimescolamento anche degli strati più profondi del sedimento è di particolare importanza. I predatori risultano, come prevedibile, il gruppo trofico-ecologico rappresentato da un numero di individui minore.

Nei campioni prelevati nella Scarpata Maltese in un intervallo batimetrico relativo a profondità maggiori (1200-2100 m) si assiste a una situazione differente. Accanto alla conferma della dominanza dei detritivori superficiali lungo tutto il gradiente batimetrico, alle batimetrie più profonde si osserva una drastica riduzione degli altri gruppi trofici (Busoni, 2011).

Questo studio ha dato nel complesso un ampio contributo alla conoscenza della polichetofauna profonda dei mari italiani e, più in generale, del Mediterraneo; dopo le ampie campagne svoltesi negli anni '60-'70 da cui sono derivate le ricerche che hanno portato alla descrizione di molte specie (Laubier *et al.*, 1973; Laubier & Ramos, 1974), solo recentemente sono state sviluppate ricerche sugli ambienti profondi del Mediterraneo (Coll *et al.*, 2010; Mamouridis *et al.*, 2011).

Danovaro *et al.* (2010), in un ampio studio dei popolamenti profondi del Mediterraneo segnala la presenza di solo 18 specie di anellidi. Una revisione della bibliografia disponibile sulla polichetofauna profonda di questo bacino ha permesso di aumentare notevolmente il numero delle specie, portandolo a circa 200 (Castelli *et al.*, in prep.). Un significativo contributo all'ampliamento del numero delle specie segnalate viene fornito dallo studio svolto sulla Scarpata Maltese, oggetto della tesi di laurea di primo livello (Busoni, 2011) e, soprattutto, dal presente studio. È stato possibile infatti confermare la presenza nel Mediterraneo profondo di molte specie già descritte in tale area negli anni '60-'70 (Katzmann, 1973; Laubier *et al.*, 1973; Laubier & Katzmann, 1974; Laubier & Ramos, 1974; Katzmann & Laubier, 1975; Ramos, 1976) o segnalate più recentemente in ambiente profondo oceanico (San Martin *et al.*, 1996; Böggemann, 2002) e successivamente rinvenute in altre aree del Mediterraneo (Simboura & Zenetos, 2005; Busoni, 2011; Böggemann *et al.*, 2012),

allargandone quindi la distribuzione geografica conosciuta. È di particolare importanza il ritrovamento di alcune specie come *Levinsenia flava*, *Paradoneis mikeli*, *Ceratocephale pacifica* e *Scoloplella capensis*, segnalate per la prima volta nel Mediterraneo in questo lavoro. Le prime tre specie sono state già segnalate in ambiente profondo in varie località fra cui anche il Golfo di Biscaglia (Núñez *et al.*, 2000; Aguirrezabalaga & Gil, 2009); il ritrovamento di *Scoloplella capensis* rappresenta un dato di rilievo, trattandosi di una specie finora segnalata solo in Sud Africa (Day, 1963) a batimetrie relativamente più superficiali (200 m) rispetto a quanto osservato nel presente studio (1200 m). Per quanto riguarda *Exogone lopezi*, *Lumbrineriopsis carpinei* e *Strelzovia abyssalis*, si tratta invece della prima segnalazione nei mari italiani (Castelli *et al.*, 2008); *E. lopezi* è stata infatti già segnalata nel Mediterraneo Orientale in ambiente profondo da Simboursa & Zenetos (2005); *L. carpinei* e *S. abyssalis* sono state descritte su esemplari raccolti nel Mediterraneo Occidentale (Laubier & Ramos, 1974). Di notevole interesse anche il ritrovamento di specie come *Syllis caeca*, *Exogone campoyi*, *Strelzovia mariannae*, *Fauveliopsis fauchaldi* e *Heterospio reducta*, specie tipiche di ambiente profondo già segnalate nei mari italiani in precedenti ricerche in aree geografiche diverse (Castelli *et al.*, 2008; Busoni, 2011).

Lo studio effettuato ha permesso inoltre la rilevazione di individui le cui caratteristiche morfologiche non corrispondono a quelle di altre specie già descritte e che quindi potrebbero appartenere a specie nuove per la scienza; si tratta di specie appartenenti alla famiglia Syllidae e più in particolare alla sottofamiglia Exogoninae. Un caso è quello relativo agli esemplari segnalati come Exogoninae n.d. che probabilmente appartengono ad un genere differente da quelli finora descritti, caratterizzato, fra l'altro, dalla presenza di chete composte con l'estremità dell'articolo basale omogonfa. Un altro caso è quello di *Exogone (Parexogone)* sp. che probabilmente appartiene ad una nuova specie caratterizzata da una lunga antenna centrale e da chete composte ad articolo bidentato.

5. Bibliografia:

- Abbiati M., Bianchi C.N. & Castelli A., 1987: Polychaete Vertical Zonation along a Littoral Cliff in the Western Mediterranean. *Marine Ecology PSZNI*, 8: 33-48.
- Aguirrezabalaga, F., Gil, J., 2009. Paraonidae (Polychaeta) from the Capbreton Canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic) with the description of eight new species. *Sci. Mar.*, 73(4): 631-666.
- Aguirrezabalaga, F., 2012. *Familia Paraonidae Cerruti, 1909*. In: Annelida Polychaeta III. J. Parapar, C. Alós, J. Núñez, J. Moreira, E. López, F. Aguirrezabalaga, C. Besteiro & A. Martínez. Fauna Ibérica vol. 36. M.A. Ramos et al. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid: 160-272.
- Anderson, M.J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- Anderson, M.J. 2005. *PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance*. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- Arvanitidis, C., 1994. *Systematic and Bionomic study of the macrobenthic polychaeta (Annelida, Polychaeta) of the Northern Aegean*. PhD-thesis, University of Thessaloniki. 1-507.
- Badalamenti, F., Castelli, A., 1991. *Schroederella laubieri*, a new species of the subfamily Protoariicinae (Polychaeta, Orbiniidae), with some notes on the genus *Schroederella* Laubier, 1962. *Boll. Zool.*, 58: 95-98.
- Badalamenti, F., Castelli, A., 1993. Censimento dei policheti dei mari italiani: Orbiniidae Hartmann, 1942. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Serie B*, 100: 189-206.
- Bas, C., 2002. *El mar Mediterraneo: recursus vivos y explotacion*. Ariel Ciencia. Barcelona, 518.

- Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R., 1989. *Ecologia. Individui, popolazioni, comunità*. Zanichelli, 1-854.
- Böggemann, M., 2002. Revision of the Glyceridae, Grube 1850 (Annelida: Polychaeta). *Abh. senckenberg. naturforsch. Ges.*, 555: 1-249.
- Böggemann M., Bienhold C., Gaudron S.M., 2012. A new species of Glyceridae (Annelida: “Polychaeta”) recovered from organic substrate experiments at cold seeps in the eastern Mediterranean Sea. *Mar Biodiv.*, 42: 47-54.
- Bremner, J., Rogers, S.I., Frid, C.L.J., 2003. Assessing functional diversity in marine benthic ecosystem: a comparison of approaches. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 254: 11–25.
- Brown, A. & Thatje, S., 2013. Explaining bathymetric diversity patterns in marine benthic invertebrates and demersal fishes: physiological contribution to adaptation of life at depth. *Biol. Rev. (in press)*.
- Busoni, G., 2011. *La polichetofauna dei fondali profondi della Scarpata Maltese (Mar Ionio Occidentale)*. Tesi di laurea non pubblicata. Corso di laurea in Scienze Ecologiche e della Biodiversità, Università degli Studi di Pisa.
- Cannicci, S., 2007. *Zoologia Applicata. Metodi multivariati in ecoetologia*. Dip. Biologia Animale e Genetica.
- Castelli, A., 1985. Paraonidae (Anellida, Polychaeta) des fonds meubles infralittoraux des cotes toscanes. *Cah. Biol. Mar.*, 26: 267-279.
- Castelli, A., 1987. Censimento dei policheti dei mari italiani: Paraonidae Cerruti, 1909. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem. Serie B*, Vol. XCIV, 319-140 tab. 1.
- Castelli, A., Bianchi, C.N., Cantone, G., Çinar, M.E., Gambi, M.C., Giangrande, A., Sareri, D.I., Lanera, P., Licciano, M., Musco, L., Sanfilippo, R., Simonini, R., 2008. Checklist degli organismi dei mari italiani; Annelida Polychaeta. *Biol. Mar. Medit.*, 15

(suppl. 1).

Campoy, A., 1982. Fauna de España. Fauna des Anelidos Poliquetos de la Peninsula Iberica. *Pub. Biol. Univ. Navarra. Serie Zoologica*, 7(1-2): 1-781.

Çinar, M.E., Ergen, Z., 2003. Eusyllinae and Syllinae (Anellida: Polychaeta) from Northern Cyprus (Eastern Mediterranean Sea) with a checklist of species reported from the Levant Sea. *Bullettin of Marine Science*, 72(3): 769-793.

Çinar, M. E., Dagli, E., Acik, S., 2011. Annelids (Polychaeta and Oligochaeta) from the Sea of Marmara, with descriptions of five new species. *Journal of Natural History*, 45(33-34): 2105-2143.

Clarke, K.R., 1993: Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18: 117-143.

Cognetti, G., Sarà, M., Magazzù, G., 2004. *Biologia Marina*. Calderini, 1-606.

Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Lasram, F. B. R., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Froglia, C., Galil, B., Gasol, J., Gertwagen, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., Kitsos, M., Koukouras, A., Lampadariou, N., Laxamana, E., de la Cuadra, C., Lotze, H., Martin, D., Moillot, D., Oro, D., Raicevich, S., Rius-Barile, J., Saiz-Salinas, J., Vicente, C. S., Somot, S., Templado, J., Turon, X., Vafidis, D., Villanueva, R., Voultsiadou, E., 2010. *The biodiversity of the mediterranean sea: estimates, patterns, and threats. Plos One* 5, 11842.

Costello, M., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., Miloslavich, P., 2010. A census of marine biodiversity knowledge, resources, and future challenges. *Plos One* 5, 12110.

Daniel, W.W., 2005. *Biostatistica. Concetti di base per l'analisi statistica delle scienze dell'area medico sanitaria*. EdiSES, 1-682.

- Danovaro, R., Company, J., Corinaldesi, C., D'Onghia, G., Galil, B., Gambi, C., Gooday, A., Lampadariou, N., Luna, G., Morigi, C., Olu, K., Polymenakou, P., Ramirez-Lloldra, E., Sabbatini, A., Sard, F., Sibuet, M., Tselepides, A., 2010. Deep-sea biodiversity in the mediterranean sea: the known, the unknown, and the unknowable. *Plos One* 5, 11832.
- Danovaro, R., 2013. *Biologia Marina. Biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini*. Cittastudi edizioni, 1- 451.
- Day, 1963. The Polychaete fauna of South Africa. Part 8. New species and records from grab samples and dredging. *Bulletin British Museum (Natural History) (Zoology)*, 10(7): 384-445.
- Dorsey, J.H., Phillips, C.A., 1987. A new species of *Syllis (Ehlersia)* (Polychaeta: Syllidae) from Southern California, and description of the epitoke and atoke variation in *S. (Ehlersia) heterochaeta* Moore, 1909. *Bull. Biol. Soc. Wash.*, 7: 152-161.
- Fauchald, K. and Jumars, P.A., 1979. The diet of worms; a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol., Annu. Rev.*, 17: 193-284.
- Fauvel, P., 1923. *Polychaetes errantes. Faune de France*, 7. Lechevalier Paris.
- Fauvel, P., 1927. *Polychaetes sedentaires. Faune de France*, 12. Lechevalier Paris.
- Fisher, R.A., 1966. *The Design of Experiments*. VIII Edizione, Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Flach, E., Muthumbi, A., Heip, C., 2002. Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at the Iberian margin compared to the goban spur (ne atlantic). *Progress in Oceanography*, 52: 433–457.
- Folk, R.L., Ward, W.C., 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.* 27: 3-26.

- Gambi, M.C., Fresi, E., Giangrande, A., 1982. Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista Siciliano* 3 (S, IV VI Suppl), 489-497.
- Gambi, M.C., Giangrande, A., 1985. Caratterizzazione e distribuzione delle categorie trofiche dei policheti nei fondi molli del golfo di Salerno. *Oebalia n.s.*, 11: 223-240.
- Gremare, A., Medernach, L., DeBovee, F., Amouroux, J., Charles, F., Dinet, A., Vétion, G., Albert, P., Colomines, J., 2003. Relationship between sedimentary organic matter and benthic fauna within the gulf of lion: Synthesis on the identification of new biochemical descriptors of sedimentary organic nutritional value. *Oceanol. Acta*, 26: 121–137.
- Gravina, M.F., Somaschini, A., 1990. Censimento dei policheti dei mari italiani: Capitellidae Grube, 1862. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B*, 97: 259-285.
- Hartman, O., 1960. Systematic account of some marine invertebrate animals from the deep basins of Southern California. En: *The benthic of the deep basins off southern California*. Hartman, O. & Laurens, B.J. (Eds.). *Allan Hancock Pacific Expeditions*, 22(2): 69-215.
- Hopkins, T.S., 1985. *Physics of the sea*. In: *Margalef R (ed) Key environments: Western Mediterranean*. Pergamon Press, New York, 100-125.
- Katzmann, W., 1973. Polychaeten von Sedimentboden der mittleren Adria (50-525m). *Zool. Jb. Syst. Bd.*, 100: 436-450.
- Katzmann, W. & Laubier, L., 1975. Paraonidae (Polychètes sédentaires) de l'Adriatique. *Ann. Naturhistor. Mus. Wien*, 79: 567-588.
- Kröncke, I., Türkay, M., Fiege, D., 2003. Macrofauna Communities in the Eastern Mediterranean Deep Sea. *Marine Ecology*, 24 (3): 193–216.
- Kruskal, J.B., Wish, M., 1978. *Multidimensional scaling*. Beverly Hills, CA: Sage Publications.

- Labrune, C., Grémare, A., Amouroux, J-M., Sarda', R., Gil, J., Taboada, S., 2007. Assessment of soft-bottom polychaete assemblages in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on a mesoscale survey. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 71: 133-147.
- Laubier, L., Picard, C., Ramos, J., 1972-73. Les Heterospionidae (Annélides Polychètes sédentaires) de Méditerranée Occidentale. *Vie Milieu*, 23(2): 243-254.
- Laubier, L., Katzmann, W., 1974. Le genre *Fauveliopsis* (Polychète sédentaire) en Méditerranée. *Mikrofauna Meeresboden*, 50: 1-6.
- Laubier, L., Ramos, J., 1974. Paraonidae (Polychètes sédentaires) de Méditerranée. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat.*
- Levin, L.A., Etter, R.J., Rex, M.A., Gooday, A.J., Smith, C.R., Pineda, J., Stuart, C.T., Hessler, R.R., Pawson, D., 2001. Environmental influences on regional deep-sea species diversity. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 32: 51-93.
- Licher, F., 1999. Revision der Gattung *Typosyllis* Langerhans, 1879. (Polychaeta: Syllidae). *Abh. Senckenberg. Naturforsch. Ges.*, 551: 1-336
- Mamouridis, V., Cartes, J.E., Parra, S., Fanelli, E., Saiz Salinas, J.I., 2011. A temporal analysis on the dynamics of deep-sea macrofauna : Influence of enviromental variability off Catalonia coasts (western Mediterranean). *Deep-Sea Research I*, 5: 323-337.
- Miller, A.R., Tchernia, P., Charnock, P., 1970. *Mediterranean Sea Atlas*. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts 190.
- Núñez, J., Aguirrezabalaga, F., Ceberio, A., 2000. Species of Nereididae from the Capbreton Canyon (Bay of Biscay, Northeast Atlantic). *Bull. Mar. Sci.*, 67(1): 25-37.
- Olivier, F., Grant, C., San Martín, G., Archambault, P., McKindsey, C.V., 2012. Syllidae (Annelida: Polychaeta: Phyllodocida) from the Chausey Archipelago (English

- Channel, France), with a description of two new species of the Exogoninae *Prosphaerosyllis*. *Mar. Biodiv.*, 42: 55–63.
- Politou, C.Y., Kapisir, K., Maiorano, P., Capezzuto, F., Dokos, J., 2004. Deep-Sea mediterranean biology: the case of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso 1827) (Cristacea: Decapoda: Aristeidae). *Sci. Mar.*, 68 (3):129-139.
- Ramirez-Llodra, E., Brandt, A., Danovaro, R., Mol, B.D., Escobar, E., German, C., Levin, L., Arbizu, P., Menot, L., Buhl-Mortensen, P., Narayanaswamy, B., Smith, C., Tittensor, D., Tyler, P., Vanreusel, A., Vecchione, M., 2010. Deep, diverse and definitely different: unique attributes of the world's largest ecosystem. *Biogeosciences*, 7: 2851–2899.
- Ramos, J., 1976. Lumbrineridae (Polychètes errantes) de Méditerranée. *Ann. Inst. Oceanogr., Paris*, 52(1): 103-137.
- Rex, M., Etter, R., Morris, J., Crousel, J., McClain, C., Johnson, N., Stuart, C., Deming, J., Thies, R., Avery, R., 2006. Global bathymetric patterns of standing stock and body size in the deep-sea benthos. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 317: 1–8.
- Richardson, M., Young, D., 1987. Abyssal benthos of the Venezuela basin, caribbean sea: standing stock considerations. *Deep-Sea Research*, 34: 145–164.
- San Martìn, G., Ceberio, A., Aguirrezabalaga, F., 1996. *Exogone* species (Polychaeta: Syllidae: Exogoninae) from the Capbreton Canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic). *Cah. Biol. Mar.*, 37: 249-258.
- San Martín, G., 2003. *Anellida, Polychaeta II: Syllidae*. In: Ramos M.A et al. (eds), Fauna Iberica, Vol. 21. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid: 1-554.
- Sardà F., D'Onghia G., Politou C.Y., Company J.B., Maiorano P., Kapisir K., 2004. Maximum deep-sea distribution and ecological aspects of *Aristeus antennatus* (Risso 1816) in the Balearic and Ionian Mediterranean sea. *Sci. Mar.*, 68(3): 7-38.

- Sardà F., Company J.B., Rotllant G., Coll M., 2009. Biological patterns and ecological indicators for Mediterranean fish and crustaceans below 1000 m: a review. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, 19: 329-347.
- Shepard, F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *J. Sediment. Petrol.*, 24: 151-158.
- Simboura, N., Zenetos, A., 2005. Increasing polychaete biodiversity in Greek waters over a 70 years span with addition of new records and exotic species. *Mediterranean Marine Science*, 6/1: 75.
- Snelgrove, P., 1999. Getting to the bottom of marine biodiversity: sedimentary habitats. *BioScience*, 49: 129–138.
- Solis-Weiss, V., Fauchald, K., 1989. Orbiniidae (Annelida: Polychaeata) from mangrove root-mats in Belize, with a revision of Protoariciin genera. *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 102(3): 772-792.
- Somaschini, A., San Martín, G., 1994. Two new species *Sphaerosyllis* (Polychaeta: Syllidae: Exogoninae) and first report of *Sphaerosyllis glandulata* Perkins, 1981, from the Mediterranean Sea. *Cah. Biol. Mar.*, 35: 357-367.
- Strelzov, V.E., 1973. *Polychaete worms of the family Paraonidae Cerruti, 1909 (Polychaeta, Sedentaria)*. Nauka publishers, Leningrad branch, Leningrad (published for the Smithsonian institution, and the National Science foundation, Washington, D.C., by Amerind publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi 1979).
- Tselepides, A., Papadopoulou, K-N., Podaras, D., Plaiti, W., Koutsoubas, D., 2000. Macrobenthic community structure over the continental margin of Crete (South Aegean Sea, NE Mediterranean). *Progress in Oceanography*, 46: 401–428.
- Viéitez J.M., Alós, C., Parapar, J., Besteiro, C., Núñez, J., Laborda, A.J., San Martín, G., 2004. *Anellida, Polychaeta I, Fauna Iberica, Vol. 25*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid: 1-530.

6. Ringraziamenti:

Sono questi i momenti della vita in cui capisci che nel momento del bisogno non sei mai solo, c'è sempre qualcuno pronto a darti la forza e i mezzi per proseguire; per questo motivo mi risulta difficile capire quali sono le persone che mi hanno permesso di arrivare a questo punto.

In primo luogo mi sento in dovere di ringraziare il gruppo di ricercatori dell'ISMAR-CNR di La Spezia ed in particolar modo il dott. Stefano Aliani per aver eseguito i campionamenti in mare aperto e avermi fornito il materiale necessario a svolgere il presente studio e ad ampliare quindi la scoperta dell'ambiente marino profondo e delle specie che lo abitano.

Un particolare ringraziamento va al mio collega e amico dott. Joachim Langeneck per la sua profonda conoscenza della polichetofauna marina, la capacità di disegno a mano libera e il fatto di avermi sopportato giorno dopo giorno incitandomi a dare il massimo nel mio lavoro. Il suo contributo, unito a quello dei dott. Ferruccio Maltagliati, Fabio Bulleri, Michele Barbieri, Luca Rindi, Martina Dal Bello e Chiara Ravaglioli, mi ha permesso di comprendere e svolgere le analisi necessarie a validare i risultati ottenuti nel presente studio.

Non posso fare a meno di ringraziare tutta la mia famiglia ed in particolare i miei genitori, Francesco e Luana, mia sorella Virginia e i miei zii, Patrizia e Paolo, per aver creduto in me e avermi aiutato nei momenti di bisogno. Ringrazio infine anche i miei amici e colleghi: Alessandra, Carlotta, Gemma, Margherita, Valentina, Giuseppe, Arianna, Veronica, Luca, Cristina e Chiara. Senza il loro appoggio morale e in certi casi tecnico, non credo che sarei arrivato a completare il mio percorso.